BRASIL AÇUCAREIRO

Ano XLIX – Vol. XCVII – Janeiro 1981 – Nº 1

MIC
INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL

BRASIL AÇUCAREIRO

ISSN 0006-9167

índice

JANEIRO – 1981

CAPA: HUGO PAULO

notas e comentários

Novas condições de financiamento do PROÁLCOOL.

Segundo informações da Secretaria-Executiva da CENAL, de conformidade com as decisões tomadas pelo Conselho Monetário Nacional em 17-12-80 e 22-01-81, as condições de financiamento do PROÁLCOOL passam a ser as seguintes:

I – PROÁLCOOL INDUSTRIAL

Limites de financiamento

O limite de financiamento será estabelecido em ORTN, considerando o valor desta no mês de entrada do projeto na CENAL, e poderá ser de:

– até 70% do investimento fixo, para destilarias anexas;

– até 80%, para destilarias autônomas;

– até 90%, para destilarias implantadas por cooperativas e/ou associações de produtores rurais.

Encargos financeiros

Os financiamentos contratados no exercício de 1981 estarão sujeitos aos seguintes encargos financeiros:

1 – No caso de projetos ingressados na CENAL até 16-12-80 e contratados com os Agentes Financeiros até 30-04-81, os encargos financeiros anteriores aos estipulados pela Resolução n.º 671 do CMN;

2 – No caso dos demais projetos contratados em 1981, os seguintes encargos financeiros:

– no exercício de 1981, taxas fixas de juros de:

– Áreas da SUDAM e SUDENE = 45% a.a.

– Demais regiões = 55% a.a.;

– no exercício de 1982 e demais subseqüentes até a expiração dos contratos, taxas de juros de 5% ao ano e correção monetária baseada nos seguintes percentuais da variação das ORTN no período de dezembro a dezembro imediatamente anterior:

	ÁREAS SUDAM/SUDENE	DEMAIS REGIÕES
– Destilarias Anexas	60%	70%
– Destilarias Autônomas	55%	65%

ficando estabelecido, no entanto, que a soma dos juros e correção monetária não excederá as taxas de juros estipulados para 1981.

Os projetos a serem contratados a partir de 1982 terão seus encargos financeiros oportunamente definidos pelo Conselho Monetário Nacional, que levará em conta os índices aplicáveis aos investimentos agroindustriais e a política de preços para o álcool prevalecente à época.

Prazos

– destilarias anexas: até 12 anos, inclusive até 3 anos de carência;

– destilarias autônomas: até 12 anos, inclusive até 4 anos de carência;

– tancagem de álcool = até 5 anos, inclusive até 1 ano de carência.

Capitalização de juros e amortização

Nos casos de contratos firmados com prazos de carência igual ou superior a 2 anos, os encargos financeiros (juros e/ou correção monetária) serão integralmente capitalizados durante o período de carência.

Após a carência, serão exigidos 5% de juros ao ano, com a capitalização do restante, durante a vigência do contrato.

As prestações serão semestrais e determinadas pelo resultado da divisão do saldo devedor, às datas dos vencimentos parciais, pelo número de prestações a pagar.

II – PROÁLCOOL RURAL

Compreenderá operações de investimentos no setor agrícola, relacionados a projetos de destilarias enquadrados no PROÁLCOOL, para os seguintes itens:

– fundação e renovação de lavouras;

– obras civis (construção e reforma de benfeitorias e instalações permanentes, eletrificação rural, telefonia rural, açudagem, etc.);

– máquinas de tração animal ou movidas por combustível não importado;

– pequenas máquinas e equipamentos, até o limite de 100 vezes o maior valor de referência (MVR), por mutuário, por ano;

– animais de serviço;

– máquinas e equipamentos de irrigação.

Nos termos das decisões do Conselho Monetário Nacional, em 17-12-80, os demais tipos de máquinas e equipamentos não serão financiados pelo PROÁLCOOL Rural estando previsto que os mesmos poderão ser financiados, em até 100% de seu valor, com recursos próprios das instituições financeiras do Sistema Nacional de Crédito Rural, as taxas vigentes para operações bancárias comuns com pessoas jurídicas.

Limites de financiamento

Para todos os itens acima, os seguintes limites de financiamento:

- míni, pequeno produtor e cooperativas cujo quadro social ativo se componha de 70%, pelo menos, de míni e pequenos produtores . . 100%

- médio produtor 80%

- grande produtor e cooperativas cujo quadro social ativo tenha menos de 70% de míni e pequenos produtores 60%

Para fins de enquadramento nos limites acima, os beneficiários são classificados, em função da produção bruta anual, da seguinte forma:

CATEGORIA	PRODUÇÃO BRUTA
miniprodutor	até 100 MVR
pequeno produtor	de 100 a 600 MVR
médio produtor	de 600 a 3000 MVR
grande produtor	acima de 3000 MVR

É facultado aos Agentes Financeiros a possibilidade de concessão de crédito complementar, para cobrir a diferença entre o orçamento e os limites de financiamentos acima descritos, desde que com recursos próprios livres, as taxas de operações comuns com pessoas jurídicas.

Encargos financeiros

Para projetos contratados no exercício de 1981, os seguintes encargos financeiros:

1 – No caso de projetos agrícolas integrados a projetos industriais ingressados na CENAL até 16-12-80 e contratados com os Agentes Financeiros até 30-04-81, os encargos financeiros anteriores à Resolução n.º 671 do CMN.

2 – No caso dos demais projetos, contratados em 1981, os seguintes encargos financeiros:

– no exercício de 1981, taxas de juros fixas de:

– 35% a.a., para as áreas da SUDAM e SUDENE;

– 45% a.a., para as demais regiões.

– no exercício de 1982 e demais subseqüentes até a expiração dos contratos, taxas de juros de 5% ao ano e correção monetária baseada nos seguintes percentuais da variação das ORTN no período de dezembro a dezembro imediatamente anterior:

– áreas da SUDAM e SUDENE = 60%
– demais regiões = 70%

ficando estabelecido, no entanto, que a soma dos juros e da correção monetária não excederá as taxas de juros estipulados para 1981.

Para os projetos a serem contratados a partir de 1982, os encargos financeiros serão os fixados oportunamente pelo Conselho Monetário Nacional, que levará em conta os índices aplicáveis aos investimentos agroindustriais e a política de preços para o álcool prevalecente à época.

Prazos

Os definidos no Manual de Crédito Rural do Banco Central do Brasil, tais como:

- até 12 anos para investimento fixo e 5 anos para capital semifixo;

- até 3 safras, nos casos de fundação ou renovação de lavouras de cana-de-açúcar;

- até 5 anos, nos casos de adubação ou correção intensiva, terraceamento e reforma de benfeitorias e instalações, exceto para projetos localizados nas áreas do POLOCENTRO, POLOTERRA, POLONORDESTE e POLOAMAZÔNIA, onde o o prazo poderá ser de até 12 anos.

Capitalização de juros e amortização

Nos casos de contratos firmados com prazos de carência igual ou superior a 2 anos, os encargos financeiros (juros e correção monetária) serão integralmente capitalizados durante o período de carência.

Após a carência, serão exigidos 5% de juros ao ano, com a capitalização do restante, durante a vigência do contrato.

As prestações serão determinadas pelo resultado da divisão do saldo devedor, às datas dos vencimentos parciais, pelo número de prestações a pagar.

TECNOLOGIA AÇUCAREIRA NO MUNDO

Compilado por Joaquim Fontelles

NACIONAIS

SOLOS E ANÁLISES

A análise de solos tem sido um campo muito vasto aos objetivos da Agronomia, e no Brasil ela vem tomando um vulto que, em verdade, está sempre compatível com o destino agrícola do país.

A região de São Pedro, por exemplo, em São Paulo, tem sido objeto de estudos tanto pela geomorfologia como pela pedologia, o que já propiciou muitos conhecimentos sobre as áreas de formações superficiais abrangentes ao vale do rio Piracicaba. Sobretudo porque essa região apresenta ampla variação de solos, tanto em termos de topografia como de geomorfologia.

Os técnicos J. L. I. Dematê, do Departamento de Solos e Geologia da E.E.A. Luiz de Queiroz, e N. Holowaychuck, da Agronomy Departament, Ohio State University, se ativeram ao estudo de oito pedons dessa região, localizados em uma toposseqüência de aproximadamente 25 quilômetros de extensão, compreendendo uma depressão Paleozóica que se prolonga até o rio Jacaré-Pupira, no Planalto Ocidental.

A fração argila da maioria dos solos estudados é formada principalmente por caulinita e gbibsita.

Para os solos localizados nas superfícies mais baixas existe correlação entre a mineralogia da argila e as idades das superfícies fisiográficas. Esta relação não é aparente para os solos localizados nas superfícies elevadas. A transformação de caulinita em gbibsita foi observada. (Leia-se Anais-E.S.A. Luiz de Queiroz — V. XXXIV — ano de 1977).

S.O.S. COM OS SOLOS

Guerra aos fatores que vêm determinando a degradação dos solos é a grande advertência dos homens de ciência, que hoje arbitram e são responsáveis pela última palavra no que diz respeito às potencialidades agrícolas ou de produção dos solos.

O Relatório Técnico Anual da Fundação Instituto Agronômico do Estado do Paraná, em ampla matéria sobre programa, manejo e conservação do solo, vem observando que o mau uso e manejo das terras associadas à falta de sistemas de controle a erosão estão caracterizando

uma degradação acelerada do potencial produtivo dos solos daquela unidade da Federação.

A série de fatores negativos à vida dos solos vem sendo enfatizada no sentido de que se retardem as providências imprescindíveis a sua imediata recuperação. A queda de seu índice de fertilização é, talvez, o principal, o que é o suficiente para vulnerá-lo às conseqüências negativas da erosão ou erosões. E quem o diz se refere às condições de matéria orgânica inerentes aos solos, sem a qual eles se tornam absolutamente estéreis. O Relatório enfatiza esse ponto, dizendo que a matéria orgânica é fundamental à manutenção da produtividade das terras, através da preservação da fertilidade em equilíbrio com as características físicas desejáveis para as culturas, tais como: infiltração, porosidade, densidade, capacidade de armazenamento de água, etc. Pois esses fatores juntamente com a matéria orgânica e a atividade biológica de solo, oferecem condições para resistir à ação da erosão e para as culturas tolerarem mais às adversidades climáticas (seca, geada, ataque de pragas e doenças, etc). (IAPAR — 1979 — p. 124)

AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

Os problemas que vem suscitando o meio ambiente são, em verdade, desafiantes à sobrevivência, entretanto o esforço humano para superá-los não tem sido menor nessa virada do século.

Nesse sentido, observam os técnicos do IBE, Ademar Romeiro e Fernandes Abrantes, que as práticas agrícolas usualmente adotadas e estimuladas na agricultura brasileira pela política oficial, que apontam para uma acelerada modernização do setor via uso cada vez mais intensivo de máquinas e insumos modernos, estariam, por um lado, apresentando resultados poucos significativos em termos de produtividade e, por outro lado, tendo repercussões negativas sobre o meio ambiente.

Ao ver desses técnicos, parece ganhar corpo a idéia de se desenvolver um estudo que vise avaliar o impacto desta ênfase no setor agrícola sobre o meio ambiente. Isso parece se conter nas linhas de preocupações do III PND — não apenas numa perspectiva descritiva do fenômeno, mas também dentro de uma outra que busque desvendar o mecanismo de funcionamento da agricultura moderna na medida em que se enfoque o meio ambiente e sua problemática geral como uma resultante cumulativa da organização sócio-econômica. Esta postura analítica passa pela necessidade de se pensar teoricamente, entre outros fatores, nas relações entre agricultura e indústria — chave para a compreensão da adoção e reprodução de determinado padrão de utilização do solo rural e, por decorrência, dos efeitos deste sobre o meio ambiente. (R. Agrária — ano X — Out. 80 — pp. 55/56)

INTERNACIONAIS

PERSPECTIVA MUNDIAL DO AÇÚCAR

As informações via World Sugar News nos adiantam que a Mauritânia, no último período (1980), teve sua safra reduzida entre 25.000 toneladas e 475.000 em relação a anterior (1979), que foi de 688.383 toneladas. Enquanto isso a Indonésia espera importar de 400.000 a 500.000 toneladas de açúcar, segundo o titular da Agricultura daquele país. Atida a uma política de maior insumo agrícola e de mais racional emprego de fertilizantes, a Indonésia planeja atingir um total de 2,3 milhões de toneladas de açúcar até 1983. Segundo o seu titular da Agricultura, o país tenderá assim a tornar-se auto-suficiente na produção canavieira.

Açúcar de Taiwan para o Japão, é o que informa o Presidente da Taiwan Sugar Corporation, Sr. H. S. Tan. De acordo com essa autoridade, os contratos assinados por um espaço de três anos com a Mitsubishi Corp. e a Mitsui Co. Ltd., a Tasugar deverá vender àquelas empresas

um quantitativo a variar entre 100.000 a 200.000 toneladas em dois anos.

A Argentina faz previsões para 1981 e 1982 nas quais anuncia a possibilidade de exportar grandes volumes de açúcar.

Uma nova usina de açúcar na Somália entrou em operação. Orçada em US$ 188 milhões, sua produção está calculada para 70.000 toneladas anuais até 1983. Assim, juntamente com a de Jowhar, a produção do país já atingiu a níveis que excedem do consumo interno, o que enseja a possibilidade de exportação comercial.

O governo da Indonésia anuncia a possibilidade de o país vir a tornar-se auto-suficiente em açúcar, com a entrada em funcionamento até 1988 de mais 27 usinas. (S. Journal — out. 80 — p. 463)

USINA DE ETANOL EM QUEENSLAND

A Fielder Gillespie Ltd., Bundaberg Sugar Co. Ltd. e a CSR Ltd., formaram um só grupo com a Australian Cassava Products Pty, para desenvolver a plantação e o processo fabril, em Torbanlea, próximo a Maryborough, em Queensland, com vista a produção de alta qualidade de amido de mandioca.

A Fielder Gillespie e a CSR terão cada uma 40% das ações daquela companhia e da Bundaberg Sugar, 20%. A plantação alusiva a mandioca terá mais de 4.000 hectares que produzirão tubérculos equivalentes a mais ou menos 15.000 toneladas de amido por ano.

Além desse primeiro projeto, o grupo se dispõe a fazer pesquisa com vista a ampliação de áreas agricultáveis para mandioca. Os produtos da mandioca australiana têm decorrido de uma associação de estudos iniciados em março de 1979, a cargo da Fielder Gillespie e da CSR.

Ao que se diz, a indústria de etanol deverá estar funcionando a plena carga até o fim do primeiro semestre de 1982, quando então propiciará emprego para mais de 30 mil pessoas.

Quanto a mandioca australiana, trata-se de um tubérculo nativo da Índia Ocidental. (S. J. — out. 80 — p. 466)

OTIMISMO PARA O AÇÚCAR

Limitações sobre a produção de açúcar pode implicar na elevação ou diminuição de áreas destinadas ao plantio da cana, agora que a situação mundial do açúcar é economicamente saudável, diz J. A. Hurter Presidente da Transvaalse Suikerporasie Beperk.

No Relatório anual da TSB, Hurter observa que o mercado mundial tem se tornado mais firme desde o último ano, e naturalmente com isso é evidente que todas as restrições a produção do açúcar na indústria local devem ser abolidas. E textualmente acrescentou: "há razão para se crer que o preço de exportação do açúcar com vista à próxima estação será bem mais favorável do que o do último ano, e que o preço diário de Londres para o não refinado será estimado ou fechado a 300 libras por tonelada em relação ao do nível do ano anterior que foi mais ou menos de 100 libras".

O líder empresarial da TSB, ainda com muito otimismo, se refere a necessidade de se continuar expandindo áreas agricultáveis para a cana-de-açúcar na África do Sul, pois, segundo ele, as estatísticas são favoráveis a esse desiderato, atentas em verdade, às condições atmosféricas e às águas disponíveis destinadas à irrigação racional.

Quanto ao "affaire" etanol, Hurter observa que tão logo esse elemento venha integrar a política energética do país, sua empresa estará pronta a fabricá-lo à base de cana-de-açúcar. (S. J. — out. 80 — p. 479)

AÇÚCAR E FISIOTERAPIA

Como uma modalidade de apressar a cicatrização de certas lesões o Dr. Faisal Fawzi, do Ashford Hospital, de Middlesex, (USA) propõe o emprego do açúcar, que tanto pode ser usado em relação ao homem como em relação a outros animais.

Sua técnica se baseia em que o açúcar dissolvido sobre a chaga purulenta funciona como exsudato por formar uma solução hipertônica de alto poder higroscópico. Essa solução hipertônica tem assim um efeito bacterioscópico de desidratar a bactéria. Isso importa dizer que a natureza hidroscópica da solução açucarada age como dreno, retirando toda água contida no endema. Como conseqüência tem-se uma queda de fluido nos espaços intracelulares da região afetada e queda na pressão externa dos capilares que, se dilatando, aumentam o fluxo sangüíneo. Disso, advindo um aumento no suprimento de oxigênio na região tratada, origina, finalmente, uma alta concentração de antibióticos, que apressa a cura. (S. J. — out. 80 — p. 497)

EXPANSÃO ÓTIMA DE CENTROS DE MISTURA DE ÁLCOOL COM GASOLINA

Parte II — Resultados e Conclusões

Heloisa Lúcia Moitta Monte
e Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes

RESUMO

Neste artigo apresenta-se os resultados da aplicação, à região do Estado do Rio de Janeiro, do modelo de programação matemática desenvolvido na Parte I. Formula-se conclusões e possibilidades de extensão do referido modelo.

SUMMARY

In this article we present the results from an application of the mathematical programming model of Part I to the State of Rio de Janeiro. Conclusions and extensions of the model are included.

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Neste artigo apresenta-se e discute-se o plano ótimo da expansão dos centros de mistura de álcool com gasolina no Estado do Rio de Janeiro, obtido com a aplicação do modelo descrito em artigo anterior (Ref. 1). Com o plano pode-se determinar a expansão da capacidade estática dos centros de mistura do Estado do Rio de Janeiro, até o ano de 1989, necessária para atender à demanda futura. Obteve-se também as quantidades de álcool, gasolina e mão-de-obra, necessárias em cada centro de mistura e subperíodo de planejamento (2 anos), assim como as quantidades de mistura carburante produzidas em cada centro, por subperíodo, e enviadas aos diversos centros de consumo.

O modelo foi formulado visando encontrar um plano de expansão dos centros de mistura que minimizasse, ao longo de um período de planejamento, os custos totais de investimento, produção e transporte. No plano encontrado, os custos totais somaram a quantia de .... Cr$ 446.291.075.686,00 (preços constantes referentes ao ano de 1979).

Do valor ótimo da função objetivo .... (Cr$ 446.291.075.686,00), cerca de 90% refere-se à aquisição, pelos centros de mistura, de matéria-prima (gasolina e álcool) para a produção de mistura carburante, 9% aos custos de transporte e menos de 1% aos custos de investimento.

A seguir são apresentadas as variáveis que aparecem na solução ótima do modelo. A notação utilizada nos índices dessas variáveis foi apresentada em II.3. (Ref. 1).

Expansão da Capacidade Estática de Mistura do Centro "i" no subperíodo "t" em m^3 — h_{it}

Código	Variáveis	Valor
A1	h_{11}	145.657,0
A2	h_{12}	123.255,8
A3	h_{13}	53.151,7
A4	h_{14}	70.364,7
A5	h_{15}	76.492,4
A6	h_{21}	83.582,8
A7	h_{22}	-
A8	h_{23}	-
A9	h_{24}	-
A10	h_{25}	-

Do quadro acima conclui-se que a expansão total no centro de mistura 1 (BADUC) será de 437.921,6 m³ até o ano de 1989 e no centro de mistura 2 (Campos) será de 83.582,8 m³ no mesmo período. Nota-se também que não haverá necessidade de expansão no centro de mistura 2 (Campos) nos anos de 1982 a 1989.

Considerando um tanque com a capacidade

Departamento de Engenharia Industrial,
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro,
CEP 22453 — Rio de Janeiro

Novembro de 1980

média de 30.000 m³, será necessária, até 1989, a aquisição, pelos centros de mistura, de 18 tanques (3 para Campos e 15 para BADUC).

Quantidade do Insumo Álcool enviado ao Centro de Mistura "i" no subperíodo "t" em m³ — d_{ait}

Código	Variáveis	Valor
A11	d_{a11}	737.553,6
A12	d_{a12}	1.329.181,8
A13	d_{a13}	1.603.310,0
A14	d_{a14}	1.946.060,6
A15	d_{a15}	2.313.224,4
A16	d_{a21}	405.597,4
A17	d_{a22}	54.031,2
A18	d_{a23}	65.377,8
A19	d_{a24}	79.107,0
A20	d_{a25}	137.161,2

No quadro acima as cinco primeiras linhas se referem aó centro de mistura 1 e as cinco últimas ao centro de mistura 2. Pode-se notar as variáveis d_{a21} e d_{a25} são bem maiores que d_{a22}, d_{a23} e d_{a24}. Isto deve-se ao fato de que nos subperíodos 1 e 5 o centro de mistura 2 não atende somente a região de consumo 6 (Ver esquema de atendimento a seguir).

Serão consumidos pelos centros de mistura, até 1989, 8675604,4 m³ de álcool (741275 m³ por Campos e 7934330 m³ pela BADUC).

Quantidade do Insumo Trabalho Necessário ao Centro de Mistura "i" no subperíodo "t" em dias-homem — d_{mit}

Código	Variáveis	Valor
A21	d_{m11}	68.311,7
A22	d_{m12}	113.560,9
A23	d_{m13}	141.531,3
A24	d_{m14}	171.253,3
A25	d_{m15}	203.563,7
A26	d_{m21}	35.692,6
A27	d_{m22}	4.754,7
A28	d_{m23}	5.753,2
A29	d_{m24}	6.961,4
A30	d_{m25}	12.070,2

Nota-se, também, no quadro acima, o fato de que nos subperíodos 1 e 5 o centro de mistura 2 não atende somente à região de consumo 6.

Em relação à mão-de-obra necessária nos centros de mistura nos diversos subperíodos, tem-se o seguinte:

Subperíodo \ Centro de Mistura	Número de Operadores	
	i=1	i=2
t=1	95	50
t=2	150	7
t=3	197	3
t=4	238	10
t=5	283	17

Estes números se referem a mão-de-obra operacional e a sua ordem de grandeza está de acordo com a realidade, já que atualmente na BADUC (Base de Distribuição de Duque de Caxias) trabalham 109 operadores.

Quantidade do Insumo Gasolina enviado ao Centro de Mistura "i", subperíodo "t" em m³ — d_{git}

Código	Variáveis	Valor
A31	d_{g11}	2.950.214,4
A32	d_{g12}	5.316.727,2
A33	d_{g13}	6.433.240,0
A34	d_{g14}	7.734.242,4
A35	d_{g15}	9.252.897,6
A36	d_{g21}	1.622.389,6
A37	d_{g22}	216.124,0
A38	d_{g23}	261.511,2
A39	d_{g24}	316.428,0
A40	d_{g25}	543.644,3

Esse quadro também reflete o fato de que o centro de mistura 2 atende, além da região de consumo 6, outras regiões nos subperíodos 1 e 5.

Serão consumidos pelos centros de mistura 34.702.418 m³ de gasolina (2965097 m³ por Campos e 31737321 pela BADUC)

Analisando o quadro pode-se elaborar o esquema de atendimento dos centros de consumo pelos dois centros de mistura nos diversos períodos de tempo:

Nota-se que, no período 1 (1980-1981), o centro de consumo 1 (Região Metropolitana do Rio de Janeiro) é atendido tanto pelo centro de mistura 1 quanto pelo 2. Isso deve-se ao fato da demanda da Região Metropolitana não conseguir ser atendida somente pelo centro de mistura 1, no subperíodo 1. O não atendimento é decorrente da impossibilidade de expandir o referido centro acima de 145.657 m³, devido a restrições orçamentárias. Logo, para atender à Região Metropolitana, é necessário uma grande expansão do centro de mistura 2 no subperíodo 1. Essa expansão vai acarretar o aparecimento de capacidade ociosa no centro de mistura 2 nos subperíodos seguintes (2, 3, 4 e 5), porque nestes subperíodos as restrições orçamentárias relacionadas com o centro de mistura 1 não o impedem de atender a demanda da Região Metropolitana (principal centro de consumo a custos menores que o centro de mistura 2). Isso, na prática, poderia ser evitado através do relaxamento da restrição orçamentária referente ao centro de mistura 1, subperíodo 1, compensado por um aperto no or-

Quantidade de Mistura Carburante produzida pelo Centro de Mistura "i", no subperíodo "t" e enviada ao Centro de Consumo "j" em m³ – X_{ijt}

Código	Variáveis	Valor
A41	X_{111}	3.185.834
A42	X_{112}	5.921.604
A43	X_{113}	7.165.142
A44	X_{114}	8.669.820
A45	X_{115}	10.490.482
A46	X_{121}	323.170
A47	X_{122}	391.036
A48	X_{123}	473.153
A49	X_{124}	572.515
A50	X_{125}	692.443
A51	X_{131}	18.780
A52	X_{132}	22.724
A53	X_{133}	27.496
A54	X_{134}	33.270
A55	X_{135}	40.257
A57	X_{142}	116.964
A58	X_{143}	141.526
A59	X_{144}	171.276
A61	X_{151}	159.984
A62	X_{152}	193.581
A63	X_{153}	234.233
A64	X_{154}	283.422
A65	X_{155}	342.940
A71	X_{211}	1.708.054
A86	X_{241}	96.664
A90	X_{245}	207.208
A96	X_{261}	223.269
A97	X_{262}	270.156
A98	X_{263}	326.889
A99	X_{264}	395.535
A100	X_{265}	478.598

Esquema de Atendimento dos Centros de Consumo

Subperíodo	Centro de Mistura 1	Centro de Mistura 2
t=1	1,2,3 e 5	1, 4 e 6
t=2	1,2,3,4 e 5	6
t=3	1,2,3,4 e 5	6
t=4	1,2,3,4 e 5	6
t=5	1,2,3, e 5	4,6

çamento referente ao centro de mistura 2, subperíodo 1.

O orçamento só foi restrito no caso acima.

Análise de Sensibilidade

Como na maioria dos modelos de programação linear os coeficientes são raramente conhecidos com absoluta precisão, é de grande interesse saber até que ponto a variação nos coeficientes altera a solução compatível básica inicialmente obtida como ótima. Portanto, apresenta-se a seguir uma análise das alterações sofridas pela função objetivo quando ocorrem mudanças nos parâmetros do modelo.

a) Mudanças simples nos coeficientes da função objetiva

1. Mudanças nos coeficientes quando a variável é não-básica

Os custos reduzidos das variáveis que não pertencem à solução ótima (variáveis não-básicas) indicam qual será a penalidade na função objetivo quando uma unidade a mais daquelas variáveis for introduzida na função objetivo.

Os valores para os quais deveriam evoluir os coeficientes das variáveis não-básicas a fim de que essas variáveis pudessem pertencer à solução ótima, são apresentados na saída de computador.

Para os coeficientes ν_{22}, ν_{23}, ν_{24}, ν_{25} (custos de investimento no centro de mistura 2, nos subperíodos 2, 3, 4 e 5) das variáveis não-básicas h_{22}, h_{23}, h_{24}, h_{25}, o modelo não se apresentou sensível. Isso é compatível com o fato de que, como já foi dito anteriormente, os custos de investimento representam menos de 1% do valor ótimo da função objetivo. Mesmo grandes reduções de ν_{22}, ν_{23}, ν_{24} e ν_{25}, não seriam suficientes para compensar os custos de transporte ocasionados pela mudança do esquema de atendimento.

Por outro lado, se fosse introduzida na solução ótima uma unidade de uma das variáveis não-básicas h_{22}, h_{23}, h_{24} ou h_{25}, a função objetivo sofreria uma penalidade de Cr$ 1.627,00.

Para os coeficientes μ_{ijt} das variáveis não-básicas do tipo X_{ijt}, o modelo apresentou-se bastante sensível para algumas (X_{145}, X_{221}, X_{231}) e pouco sensível para outras.

Reduzindo-se o coeficiente μ_{145} de 124,2 Cr$/m³ para 121,4 Cr$/m³, X_{145} entraria na solução ótima e X_{245} sairia.

Isso significa que um pequeno decréscimo no custo de transporte de mistura do centro 1 até o centro de consumo 4 no subperíodo 5 (μ_{145}), seria suficiente para fazer com que esse centro de consumo (Região das Baixadas Litorâneas), que estava sendo atendido pelo centro de mistura 2 (Campos), pudesse ser atendido pelo centro de mistura 1 (BADUC).

Reduzindo-se o coeficiente μ_{221} de 342,8 Cr$//m³ para 321,6 Cr$/m³, X_{221} entraria na solução ótima e X_{121} sairia.

Isso significa que um pequeno decréscimo no custo de transporte da mistura do centro 2 até o centro de consumo 2 no subperíodo 1, seria suficiente para fazer com que esse centro de consumo (Região Industrial do Médio Paraíba), que estava sendo atendido pelo centro de mistura 1 (BADUC), pudesse ser atendido pelo centro de mistura 2 (Campos).

Reduzindo-se o coeficiente μ_{231} de 373,4 Cr$/m³ para 352,2 Cr$/m³, X_{231} entraria na solução ótima e X_{131} sairia.

Isso significa que um pequeno decréscimo no

custo de transporte de mistura do centro 2 até o centro de consumo 3 no subperíodo 1, seria suficiente para fazer com que esse centro de consumo (Região Litoral Sul), que estava sendo atendido pelo centro de mistura 1 (BADUC), pudesse ser atendido pelo centro de mistura 2 (Campos).

Para os outros coeficientes μ_{ijt}, seriam necessárias reduções de mais de 50% do valor originalmente estimado para que ocorressem mudanças na solução ótima.

2. Mudanças simples nos coeficientes quando a variável é básica

Os intervalos nos quais os coeficientes das variáveis que pertencem à solução ótima podem variar sem alteração da referida solução, são também constantes da saída de computador.

Para os coeficientes v_{11} e v_{12} (custos de investimento nos centros de mistura 1 e 2 no subperíodo 1) das variáveis básicas h_{11} e h_{21}, o modelo não se apresentou sensível.

Para os outros coeficientes $v12$, $v13$, $v14$ e $v15$ (custos de investimento no centro de mistura 1 nos subperíodos 2, 3, 4 e 5), pequenos alterações acarretariam mudanças da solução ótima.

Para os coeficientes das variáveis do tipo d_{ait}, o modelo apresentou-se bastante sensível para algumas e não tão sensíveis para outras.

Mudanças da ordem de 10% na soma dos coeficientes P_{ait} e ζ_{lt} (preço do álcool e preço do transporte do álcool da destilaria até o centro de mistura) das variáveis básicas d_{a12}, d_{a13}, d_{a14}, d_{a15}, d_{a22}, d_{a23}, d_{a24} e d_{a25}, acarretariam alteração da solução ótima.

Para os coeficientes P_{mit} (preço da mão-de-obra para o centro de mistura "i", subperíodo "t") das variáveis básicas d_{mit}, o modelo não se apresentou sensível. Mudanças maiores que 100% não afetariam a solução ótima.

Para os coeficientes das variáveis básicas do tipo d , mudanças menores que 10% já afetariam a solução ótima, isto é, pequenas alterações na soma dos coeficientes P_{git} e θ_{lt} (preço da gasolina para o centro de mistura "i", no subperíodo "t" e preço de transporte da gasolina da refinaria até o centro de mistura "i" no subperíodo "t") acarretariam modificação na solução ótima.

Para os coeficientes μ_{ijt} (preço de transporte da mistura carburante do centro de mistura "i" até o centro de consumo "j" no subperíodo "t") das variáveis pertencentes a solução ótima do tipo X_{ijt}, o modelo apresentou-se bastante sensível para X_{121}, X_{131}, X_{211} e X_{245}.

Elevando-se o coeficiente μ_{121} de 91,02 Cr\$/ /m³ para 112,29 Cr\$/m³, X_{121} sairia da solução ótima e X_{221} entraria.

Elevando-se o coeficiente μ_{211} de 247,55 Cr\$/ /m³ para 268,82 Cr\$/m³, X_{211} sairia da solução ótima e X_{221} entraria.

Elevando-se o coeficiente μ_{245} de 93,57 Cr\$/ /m³, X_{245} sairia da solução ótima e X_{145} entraria.

b) Mudanças simples nos coeficientes b_i (recurso)

1. Mudanças nos coeficientes b_i quando os recursos são limitativos

Os custos marginais relacionados com os recursos limitativos medem a variação da função objetivo quando aqueles recursos são variados de uma unidade. Os custos marginais são apresentados na saída de computador.

Para as 30 primeiras restrições R a R , que correspondem às restrições de demanda para cada centro de consumo "j" em cada subperíodo "t", se se variar o coeficiente r_{jt} de uma unidade, ter-se-á uma variação na função objetivo da ordem de Cr\$ 10.000,00.

Para a restrição R 31, que corresponde à restrição de máximo investimento para o centro de mistura 1 no subperíodo 1, se se variar o coeficiente $\overline{h}_{11}$ de uma unidade, ter-se-á uma variação na função objetivo de Cr\$ 9.277,45. Esse coeficiente foi o responsável pelo aparecimento de capacidade ociosa no centro de mistura 2 nos subperíodos 2, 3, 4 e 5, já que o centro de mistura 1 não pôde se expandir mais devido à R 31, obrigando a uma expansão exagerada do centro de mistura 2 para atender a demanda da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A variação dos demais coeficientes b mostrou-se sem maior significado prático, já que expressavam ou a capacidade estática inicial ou eram iguais a zero.

2. Mudanças nos coeficientes b quando os recursos não são limitativos

Quando varia-se os recursos não limitativos no sentido de aumentar-se ainda mais a folga existente na restrição, o valor da função objetivo não se altera. Quando as variações são realizadas no sentido de eliminar-se as folgas, o recurso passa a ser limitativo. Portanto, o importante é analisar-se os tamanhos das folgas, o que, na nossa aplicação prática, são bastante elevados, como pôde-se notar a partir da saída de computador.

Conclusão

O objetivo geral deste trabalho foi oferecer subsídios para o planejamento dinâmico dos centros de mistura de álcool com gasolina do Estado lo Rio de Janeiro, com vistas a minimizar os custos totais de investimento, produção e transportes.

Ressalta-se aqui que os resultados apresentados neste trabalho não indicam o futuro (o que vai acontecer), mas somente estabelecem metas que, se atingidas, minimizarão os custos totais. Sabe-se também que o modelo carrega embutidas algumas limitações, tais como:

— Todos os centros de consumo da região escolhida deverão ser atendidos por centros de mistura na mesma região;

— Considerou-se que a função custo de investimento é linear;

— A ordem de grandeza dos custos de investimento deve ser bem menor que a dos custos totais para que as simplificações efetuadas nos custos de investimento continuem sendo válidas.

Os resultados da aplicação prática do modelo, já apresentados no capítulo anterior, poderiam ser refinados se o modelo fosse estendido.

Uma extensão desse trabalho seria a introdução de exportações e importações no modelo, permitindo assim que a primeira limitação, apresentada acima, fosse contornada.

O modelo permitiria então que centros de consumo da região fossem atendidos por centros de mistura fora da região e centros de mistura da região atendessem a centros de consumo fora dela. A esses intercâmbios corresponderiam um custo de importação ou um custo de exportação.

Portanto, a nova função objetivo serla:

$$\min F' = \sum_{t=1}^{5} (\phi_{kt} + \phi_{rt} + \phi_{st} + \phi_{mt} - \phi_{et})$$

onde:

$$\phi_{kt} = \sum_{i\epsilon I} \nu_{it} h_{it}$$

$$\phi_{rt} = \sum_{b\epsilon B} \sum_{i\epsilon I} (P_{bit} \cdot d_{bit})$$

$$\phi_{st} = \sum_{i\epsilon I} \{(\sum_{j\epsilon J} \mu_{ijt} \cdot x_{ijt}) + (\theta_{it} \cdot d_{git}) + (\xi_{it} \cdot d_{ait})$$

$$+ (\sum_{p\epsilon P} \mu_{ipt} \cdot E_{ipt}) + (\sum_{j\epsilon J} \mu_{pjt} \cdot M_{pjt})\}$$

$$\phi_{mt} = \sum_{p\epsilon P} \sum_{j\epsilon J} P_{pt} \cdot M_{pjt}$$

$$\phi_{et} = \sum_{i\epsilon I} \sum_{p\epsilon P} P^*_{pt} \cdot E_{ipt}$$

sujeito às seguintes restrições

$$\sum_{j\epsilon J} x_{ijt} \leq 24K_i + 24 \sum_{\substack{t'\epsilon T \\ t' \leq t}} h_{it'} \quad \begin{bmatrix} i\epsilon I \\ t\epsilon T \end{bmatrix}$$

$$\sum_{i\epsilon I} x_{ijt} + \sum_{p\epsilon P} M_{pjt} \geq r_{jt} \quad \begin{bmatrix} j\epsilon J \\ t\epsilon T \end{bmatrix}$$

$$h_{it} \leq \overline{h_{it}} \quad \begin{bmatrix} i\epsilon I \\ t\epsilon T \end{bmatrix}$$

$$\sum_{j\epsilon J} c_{aijt} \cdot x_{ijt} + \sum_{p\epsilon P} c_{aipt} \cdot E_{ipt} \leq d_{ait}$$

$$\sum_{j\epsilon J} c_{mijt} \cdot x_{ijt} + \sum_{p\epsilon P} c_{mipt} \cdot E_{ipt} \leq d_{mit} \quad \begin{bmatrix} i\epsilon I \\ j\epsilon J \end{bmatrix}$$

$$\sum_{j\epsilon J} c_{gijt} \cdot x_{ijt} + \sum_{p\epsilon P} c_{gipt} \cdot E_{ipt} \leq d_{git}$$

$$\sum_{i\epsilon I} \sum_{p\epsilon P} E_{ipt} \leq \overline{E_t} \quad [t\epsilon T]$$

$$h_{it}, x_{ijt}, d_{bit}, E_{pit}, M_{pjt} \geq 0$$

em que:

ϕ_{mt} = custos de importação no subperíodo "t".

ϕ_{et} = custos de exportação no subperíodo "t".

Para ϕ_{kt}, ϕ_{st} e ϕ_{rt}, continuam válidas as definições anteriores.

Índices:

P = conjunto dos índices relativos aos portos.

Coeficientes:

P_{pt} = preço de importação de mistura carburante no porto "p", subperíodo "t".

P^*_{pt} = preço de exportação de mistura carburante no porto "p", subperíodo "t".

μ_{ipt} = custos de transporte da mistura carburante do centro de mistura "i" até o porto "p" durante o subperíodo "t".

μ_{pjt} = custo de transporte da mistura carburante do porto "p" até o centro de consumo "j" durante o subperíodo "t".

c_{bipt} = coeficiente técnico para a mistura carburante em relação ao insumo "b" no centro "i" para o porto "p" no subperíodo "t".

$\overline{E_t}$ = limite superior para exportação no subperíodo "t" que represente um limite razoável de exportação.

Variáveis:

E_{ipt} = volume de mistura carburante que é exportada do centro de mistura "i" pelo porto "p" no subperíodo "t".

M_{pjt} = volume de mistura carburante que é importada pelo porto "p" para o centro de consumo "j" no subperíodo "t".

Os outros símbolos incluídos no modelo são os mesmos definidos na Ref. 1.

Uma outra extensão, para o refinamento do modelo, seria a introdução, na função objetivo, de um fator de desconto δ, a valores de 79, calculado segundo uma fórmula anual e mantendo como base cada subperíodo.

Assim, a função objetivo seria:

$$F'' = \sum_{t=1}^{5} (\delta_t (\phi_{kt} + \phi_{rt} + \phi_{st}))$$

onde o valor "F" a ser minimizado representaria os custos totais de 80 a 89 e descontados, numa base anual, a 79.

Como já foi explicado anteriormente, poder-se-ia também incluir o efeito de economias de escala nos custos de capital. Neste caso os custos de investimentos são linearizados também e utiliza-se a programação mista; a função objetiva seria:

$$F''' = \sum_{t=1}^{5} \phi_{kt} + \phi_{rt} + \phi_{st}$$

onde:

$$\phi_{kt} = \sum_{i\epsilon I} w_{it} y_{it} + \nu_{it} h_{it}$$

w_{it} = custo fixo no centro de mistura "i" no subperíodo "t".

y_{it} = variável inteira de encargos fixos do centro de mistura "i", subperíodo "t".

e a restrição (3) (Ref. 1) seria alterada para:

$$h_{it} \leq \overline{h_{it}}\, y_{it}$$

Poderíamos também incluir em ϕ o fator de recuperação do capital ( ), que seria usado para converter custos de capital numa série equivalente de pagamentos anuais, a qual seria suficiente para cobrir o desembolso original e os pagamentos de juros ao longo do período do investimento. Logo, os custos de investimentos no subperíodo "t" ficariam:

$$\phi'_{kt} = \sum_{i \in I} (\iota(w_{it}\, y_{it} + \nu_{it}\, h_{it}))$$

Tentou-se nesse trabalho elaborar um modelo que fornecesse aproximadamente uma solução razoável para o problema de expansão dos centros de mistura. Apesar das limitações já discutidas, o modelo tem embutidas as principais variáveis que se deve considerar quando se pretende planejar racionalmente a expansão dinâmica dos centros de mistura.

Apesar de todas as limitações e da extrema dificuldade para a obtenção de dados a nível mais desagregado, crê-se que esse trabalho possa contribuir não só com subsídios para o planejamento da expansão dos centros de mistura do Estado do Rio de Janeiro, mas, também, como ponto de partida para estudos mais detalhados sobre o problema.

Referência Bibliográfica

1. MONTE, H. L. M. e GOMES, L. F. A. M., "Expansão Ótima de Centros de Mistura de Alcool com Gasolina Parte I — Formulação do Modelo e Projeto de Aplicação", BRASIL AÇUCAREIRO, Rio de Janeiro.

CALIBRAÇÃO DE POTÁSSIO NO SOLO E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA CANA-DE-AÇÚCAR

*José ORLANDO Fº.
**Ermor ZAMBELLO JR.
***Arnaldo Antônio RODELLA

RESUMO

O potássio é absorvido em grandes quantidades pela cana-de-açúcar e o custo desse fertilizante tem apresentado aumentos significativos nos últimos anos.

A interpretação dos resultados da análise química de solo para fins de recomendação de fertilizantes deve ser fundamentada em estudos de calibração.

Com base em 35 ensaios de campo estabeleceu-se uma curva de calibração que correlacionou (r = 0,79**) teores de potássio no solo extraído com H_2SO_4 0,5N e a produção de cana. Foi possível também estabelecer classes de fertilidade para o potássio do solo: muito baixa (< 48 ppm de K), baixa (48-91 ppm), média (91-156 ppm), alta (156-312 ppm) e muito alta (> 312 ppm). Em função dessas classes e da relação preço da tonelada de cana e preço do quilograma de K_2O, efetuou-se a recomendação de adubação potássica para cana-planta, que variou de 0 a 180 kg K_2O/ha, para a Região Centro-Sul do Brasil.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura que exige potássio em elevadas quantidades, sendo que a parte aérea, relativa a produção de 100 t de colmos, retira do solo 184 kg de K_2O na cana-planta e 208 kg na soqueira - ORLANDO Fº et alii (14).

Para atender essas exigências, os níveis de adubação potássica, tanto para a cana-planta como para soqueiras, situam-se em torno de 120 kg de K_2O/ha - ORLANDO Fº (12) e ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (19).

Dos macronutrientes principais (N-P-K), o potássio apresentou maior elevação de preço nos

* Engº Agrº, Dr., Supervisor de Solos e Adubação do IAA/PLANALSUCAR.

** Engº Agrº, M.S., Chefe da Seção de Solos e Adubação da Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

*** Engº Agrº, M.S., Seção de Solos e Adubação da Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

últimos cinco anos (de 1975 a 1980), aumentando 10,67 vezes nesse período. Isso ressalta a importância da análise de solo como recurso na avaliação da fertilidade do mesmo e, conseqüentemente, das necessidades de adubação.

A análise de solo não apresenta maior valor se não for correlacionada com padrões de fertilidade - MALAVOLTA(9),exceto quando revela teores extremamente baixos ou elevados. Os padrões de fertilidade podem ser melhor definidos através de curvas de calibração, traçadas a partir de dados de produção agrícola e do teor de elemento no solo. Por outro lado, certas relações - [K]/[Ca], KALCKANN & FRATINI (8), [Ca]/[K],FUZATO & FERRAZ(4), $[K]/\sqrt{[Ca]}$ e $[K]/\sqrt{[Ca + Mg]}$, THOMAS & HIPP(7)- podem ser utilizadas para expressar a disponibilidade do potássio do solo para as plantas.

GEUS(6), citando vários autores, indica os níveis críticos de potássio trocável nos solos de diversos países produtores de cana-de-açúcar: 100 ppm para o Havaí, de 66 a 75 ppm para Trinidade, 125 ppm para Barbados e 78 ppm para a Austrália.

STEWART(16) aponta o teor crítico do potássio no solo para cana-de-açúcar, na África do Sul, como sendo de 125 ppm, observando que em outros países o mesmo varia de 65 a 100 ppm.

WOOD & BURROWS(18), na África do Sul, testando diversos extratores químicos para potássio, concluem ser necessário a correlação dos níveis críticos do nutriente com classes texturais do solo. Observam que para solos de textura leve ou mediana o HNO_3 N revela-se levemente superior ao acetato de amônio N. Por outro lado, em solos pesados, o método NEAK (K extraído com acetato de amônio,subtraído do K extraído com ácido nítrico N), era o que apresentava melhores resultados.

ORLANDO Fº & ZAMBELLO Jr.(13) relatam que o nível crítico de potássio nos solos canavieiros da África do Sul era de 112 ppm (extraído com acetato de amônio N), sendo que as quantidades de K_2O aplicado por hectare variam de 0 a 270 kg. Para o Havaí, o referido nível encontra-se em 140 ppm. Na Austrália, os citados autores observam que a Consolidated Fertilizers, empresa responsável pela comercialização de 90% dos fertilizantes para cana-de-açúcar, sugere a aplicação de 100 kg K_2O/ha,quando o teor de potássio no solo se situar entre 50 e 100 ppm, e 120 kg/ha, quando o citado valor for menor que 50 ppm.

Para o Estado de São Paulo existem padrões gerais de fertilidade, GARGANTINI et alii(5),porém, CATANI & JACINTHO(3), recomendam adubação potássica para a cana-de-açúcar com base na análise química do solo, sem no entanto apresentarem curvas de calibração.

Praticamente o primeiro trabalho de calibração do potássio trocável no solo para cana-de-açúcar, em nosso meio, foi realizado por RAIJ(15), onde foi determinado o nível crítico de 82 ppm de K.

No Brasil, normalmente os extratores usuais para fósforo e potássio são o H_2SO_4 0,05 N - CATANI & JACINTHO(3) e o da "Carolina do Norte", (HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N), citado por NELSON et alii(11). Para a cana-de-açúcar, e especificamente, para a Região Centro-Sul do País, o H_2SO_4 0,5 N tem se mostrado mais eficiente para a extração do fósforo - BITTENCOURT et alii(1) e MANHÃES(10),apresentando também a possibilidade para extrair o potássio do solo.

O objetivo do presente trabalho é correlacionar os teores de potássio extraível do solo com solução de H_2SO_4 0,5 N, com os dados de produção de cana-de-açúcar, obtidos no campo (curva de calibração), estabelecendo-se as classes

de fertilidade do solo. Pretende-se também calcular doses econômicas de adubação potássica para cana-planta, na Região Centro-Sul do Brasil, com base no teor do elemento no solo e na relação preço da tonelada da cana/preço do quilograma de K_2O.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram instalados 35 ensaios de adubação em diferentes solos canavieiros da Região Centro-Sul do Brasil.

Os dois tratamentos básicos utilizados foram: a adubação NPK e a NP. O nitrogênio, o fósforo e o potássio foram aplicados no sulco de plantio nas formas de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, nas doses de 80 kg de N/ha, 150 kg de P_2O_5/ha e 150 kg K_2O/ha, respectivamente.

Os tratamentos, sem repetições, foram estabelecidos em parcelas de quatro linhas de cana de 20 m de comprimento, sendo que somente as duas linhas centrais foram consideradas para fins de produtividade. Antecedendo-se a instalação, amostrou-se o solo a 30 cm de profundidade, em cinco pontos da área, para obter-se uma amostra composta.

O potássio do solo foi extraído em solução de H_2SO_4 0,5 N, empregando-se relação solo extrator de 1:10 e quinze minutos de agitação. Este é o extrator empregado pelo IAA, através de seu programa PLANALSUCAR, na análise do fósforo do solo na Região Centro-Sul - BITTENCOURT et alii(1) e ZAMBELLO JR., et alii(20). A determinação do potássio foi realizada por fotometria de chama - CATANI & JACINTHO (3).

Visando justificar o emprego de H_2SO_4 0,5 N na extração do potássio (para efetuar-se uma única extração para P e K), realizou-se um estudo comparativo entre a citada solução e o H_2SO_4 0,05 N em 14 amostras de solo.

Após 16 meses de ciclo, aproximadamente, as parcelas foram colhidas e pesadas, calculando-se a relação entre a produção obtida no tratamento NP e a produção referente ao tratamento NPK, expressando-a em porcentagem (produção relativa).

Correlacionou-se então os dados de produção relativa com os teores de potássio determinados através da análise de solo, empregando-se a equação de Mitscherlich na forma proposta por BRAY(2):

$$\log (A-Y) = \log A - c.b \quad (I)$$

onde:

A = Produção relativa máxima, igual a 100%.
Y = Produção relativa do tratamento NP.
b = Teor de potássio no solo expresso em ppm.
c = Constante (de proporcionalidade)

Para cada par de dados experimentais calculou-se o valor de "c", através da equação(I), obtendo-se ao final o valor médio da constante c.

O cálculo das doses econômicas de K_2O/ha foi determinado em função de diferentes relações entre o preço da tonelada de cana e o preço do quilograma de K_2O, do teor de potássio no solo. Empregou-se para tanto a equação derivada por GOMES(7):

$$X^* = \frac{Xu}{2} + \frac{1}{c} \cdot \log \frac{w}{t} \cdot \frac{u}{Xu} \quad (II)$$

onde:

X* = Dose econômica de K_2O/ha.
Xu = Dose de K_2O/ha necessária para provocar o aumento u.
u = Diferença de produtividade entre a produção relativa máxima (100%)

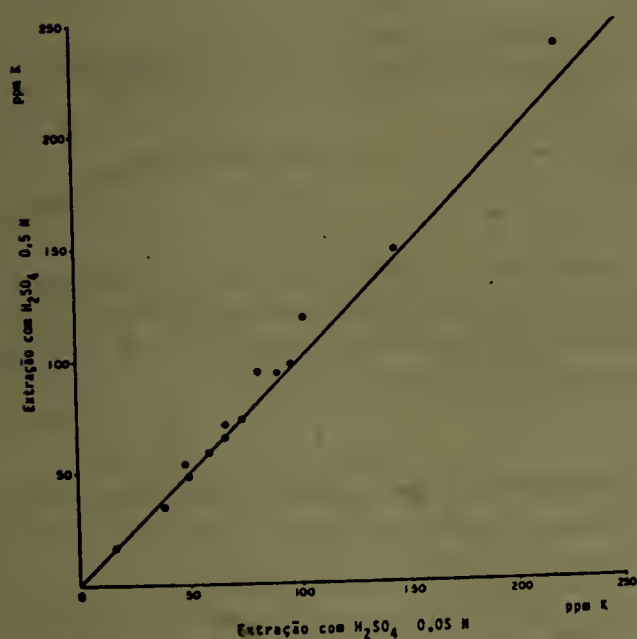
arbitrada em 120 t cana/ha e as produções relativas dentro de cada classe de fertilidade de solo.

w/t = Relação entre os preços da tonelada de cana e do quilograma de K_2O.

c = Constante de proporcionalidade; média dos valores obtidos pela equação I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é indicada a relação entre os teores de potássio extraídos pelas soluções de H_2SO_4 0,05 N e H_2SO_4 0,5 N.

Figura 1. Relação entre quantidades de potássio em ppm extraídas por H_2SO_4 0,05 N e H_2SO_4 0,45 N.

Pode-se observar que apesar da diferença de concentração entre as soluções extratoras ser de dez vezes, as quantidades de potássio extraídas são bastante concordantes, verificando-se uma ligeira tendência de maior extração pelo H_2SO_4 0,5 N para teores mais elevados de potássio no solo.

Dessa forma, o H_2SO_4 0,5 N pode ser utilizado na extração do potássio do solo, o que facilita o trabalho no laboratório, permitindo a determinação de fósforo e de potássio no mesmo extrato.

Os resultados de produção relativa de cana expressa em porcentagem (PR%) e os teores de potássio do solo, permitiram traçar a curva mostrada na Figura 2.

O valor médio da constante de proporcionalidade obtido foi igual a 0,0109, sendo que a equação (I) pode ser escrita da seguinte forma:

$$\log(100 - PR\%) = 2 - 0{,}0109\ K$$

onde:

K é o teor de potássio extraído com H_2SO_4 0,5 N expresso em ppm.

Com base nas produções relativas e através da curva de calibração, determinou-se as classes de fertilidade de solo:

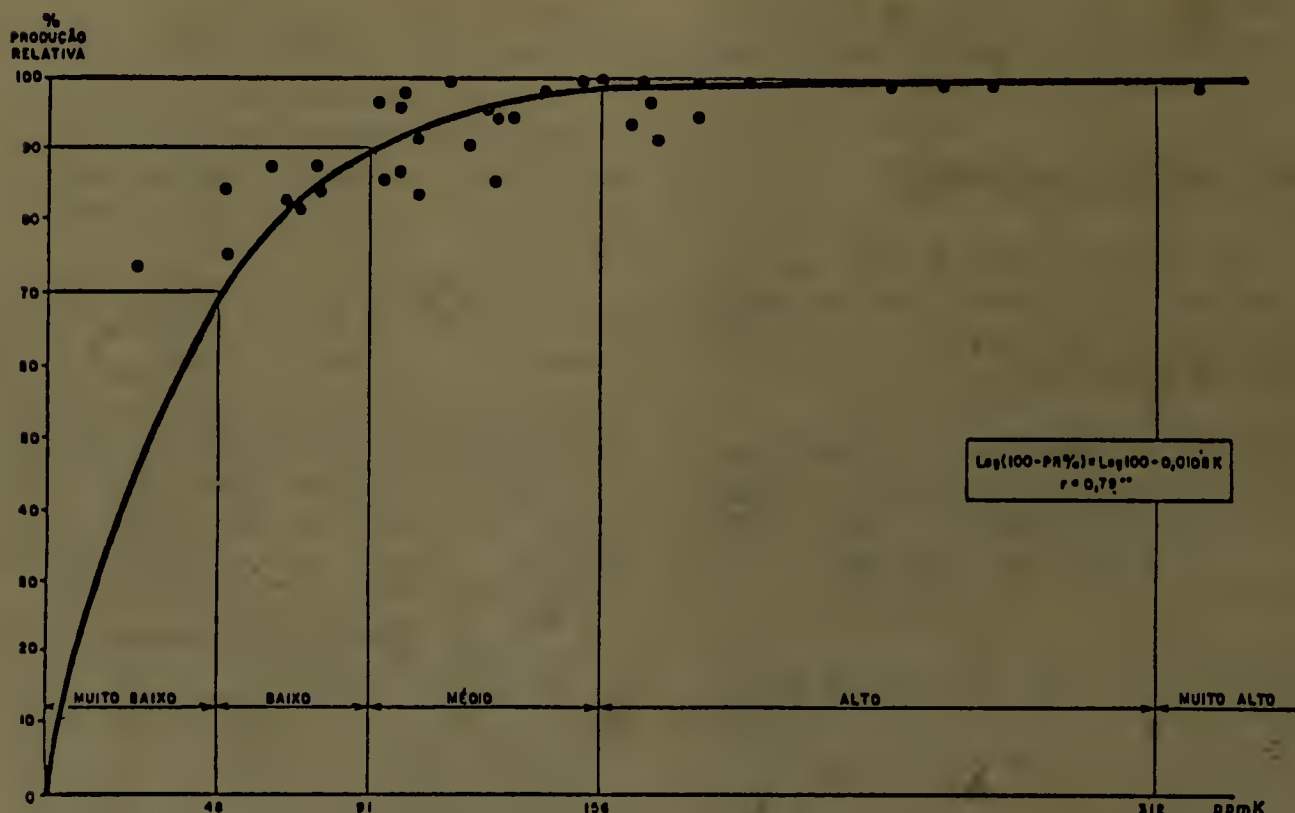
- muito baixa: produção relativa inferior a 70%;
- baixa: produção relativa entre 70 e 90%;
- média: produção relativa entre 90 e 98%;
- alta: classe compreendida entre o valor, em ppm de K, correspondente à produção relativa de 98% e duas vezes esse valor.
- muito alta: classe superior ao dobro do valor, em ppm de K correspondente à produção relativa de 98%.

Ressalte-se que o critério adotado na determinação das classes de fertilidade para o potássio foi mais rígido que o utilizado por RAIJ(15). Nota-se ainda que na Figura 2 os pontos se concentram nas classes "baixa", "média" e "alta", não se observando nenhum ponto na classe "muito baixa" e apenas um na classe "muito alta".

O nível crítico obtido no presente trabalho foi de 91 ppm K, correspondente a uma produção relativa de 90%. Esse nível é superior

ao determinado por RAIJ(15) e inferior aos da África do Sul - GEUS (6), STEWART(16) e ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR.(13).

K_2O, e também, em função das classes de fertilidade do solo. Observa-se que as recomendações variam de 0 a 180 kg de K_2O/ha, sendo es-

Figura 2. Relações entre os níveis de potássio no solo em ppm e a produção relativa da cana-planta.

Na Tabela I são reveladas as doses econômicas de K_2O/ha, de acordo com a relação preço da tonelada de cana/preço do quilograma de

se máximo, inferior ao utilizado na África do Sul, ou seja: de 270 kg de K_2O/ha - ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR.(13).

Tabela I. Recomendação de adubação potássica para cana-planta na Coordenadoria Regional Sul, em função da análise química do solo e da relação w/t.

Preço t cana / Preço kg K_2O — w/t	ppm K				
	48	48-91	91-156	156-312	312
	Índice de fertilidade				
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
	kg K_2O/ha				
30	160	140	100	70	50 - 0
40	170	150	110	80	50 - 0
50	180	160	120	90	50 - 0

As dosagens recomendadas para a classe "muito alta", objetivam evitar o esgotamento do potássio do solo por sucessivas colheitas de cana-de-açúcar, uma vez que esta cultura extrai elevadas quantidades do nutriente - ORLANDO Fº et alii(13).

CONCLUSÕES

Dentro das condições experimentais, foram possíveis as seguintes conclusões e observações:

. Na extração do potássio do solo, o H_2SO_4 0,5 N apresentou eficiência similar ao H_2SO_4 0,05 N.

. Foi possível correlacionar os teores de K do solo e as produções de cana-de-açúcar.

. Estabeleceu-se as classes (índices) de fertilidade do solo: muito baixa (< 48 ppm de K), baixa (de 48 a 91 ppm), média (de 91 a 156 ppm), alta (de 156 a 312 ppm) e muito alta (> 312 ppm).

. As doses econômicas de adubação potássica variaram de 0 a 180 kg de K_2O/ha.

SUMMARY

Potassium requirement of sugarcane is very high, and the cost of this nutrient has significantly increased in the past few years.

Calibration studies are necessary for an adequate soil analysis interpretation with the purpose of making fertilizer recommendations.

Thirty-five field trials were carried out to correlate soil potassium (H_2SO_4 0,5 N extractant) and relative cane yield, and a calibration curve (r = 0,79**) was obtained. Also, the following fertility indexes for soil potassium were determined: very low(< 48 ppm K); low (48-91 ppm),medium (91-156 ppm); high (156-312 ppm), and,very high (> 312 ppm).

Potassium fertilization recommendations for plant-cane in the Center South region of Brazil (ranging from 0 to 180 kg K_2O/ha) were made based on fertility indexes and the price ton cane/price kg K_2O ratio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITTENCOURT, V.C.; ORLANDO Fº, J.; ZAMBELLO Jr., E. Determination of available P for sugar cane in tropical soil by extration with H_2SO_4 0,5 N. In: CONGRESS OF THE ISSCT, 16, São Paulo, 1977. Proceedings. São Paulo, Impress, 1978. v.2, p.1175-86.
2. BRAY, R.H. Soil plant relations: I. the quantitative relation of exchangeable potassium to crop yield and to crop response to potash additions. Soil Science, Baltimore, 58:305-24, 1944.
3. CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ, 1974. 57 p. (Boletim técnico científico, n.37).
4. FUZATO, M.G. & FERRAZ, C.A.M. Correlação entre o efeito da adubação potássica no algodoeiro e a análise química do solo. Bragantia, Campinas 26(26):345-52, 1967.
5. GARGANTINI, H.; COELHO, F.; VERLENGIA, F.; SOARES, E. Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de Sao Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1970, 32p.
6. GEUS, J. de. Fertilizer guide for tropical and subtropical forming. Zurich, Centre d'Estude de l'Azote, 1967. 727p.
7. GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Sao Paulo, Nobel, 1970. 430p.

8. KALCKANN, E.R. & FRATINI, C.T. A. Contribuição e interpretação das análises de potássio em solos do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2:263-267, 1967.

9. MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. 2.ed. São Paulo, CERES, 1967. 606p.

10. MANHÃES, M.S. Estudos sobre a disponibilidade de fósforo para a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em solos do Estado do Rio de Janeiro. Piracicaba, 1978. 81p. (Mestrado-ESALQ).

11. NELSON, W.L.; MEHLICH, A.; WINTERS, E. The development, evaluation and use of soil tests for phosphorus availability. In: PIERRE, W. H. & NORMAN, A.G., eds. Soil and fertilizers phosphorus. Madison, American Society of Agronomy, 1953. cap. 4, p.153-88.

12. ORLANDO Fº, J. Cana-de-açúcar: recomendação de adubação mineral para o Estado de São Paulo. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 86(6):9-12, dez.1975.

13. ______ & ZAMBELLO Jr., E. Viagem de estudos realizados à África do Sul, Austrália, Filipinas, Havaí e Louisiana. Piracicaba, PLANALSUCAR. (no prelo).

14. ______; HAAG, H.P.; ZAMBELLO Jr, E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo. Boletim Técnico do PLANALSUCAR, Piracicaba, 2(1):3-128, fev. 1980.

15. RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão algodão e cana-de-açúcar. Ciência e cultura, São Paulo, 26(6):575-9, jun. 1974.

16. STEWART, J.M. Potassium and sugarcane. The South African Sugar Journal, Durban, 53 (2):108-21, Feb.1969.

17. THOMAS, W.G. & HIPP, B.W. Soil factors affecting potassium availability. In: AMERICAN SOCIETY FOR AGRONOMY. The of potassium in agriculture. Madison, 1968. p.269-91.

18. WOOD, R.A. & BURROWS, J.R. Potassium availability in soils of the South African Sugar Belt. In: CONGRESS OF THE ISSCT, 17, Manila, 1980. (no prelo).

19. ZAMBELLO Jr., E. & ORLANDO Fº, J. Recomendação de adubação para cana-de-açúcar na Coordenadoria Regional Sul do PLANALSUCAR. Boletim Técnico do PLANALSUCAR, Piracicaba. (no prelo).

20. ______; ______; RODELLA, A.A. Recomendação de adubação fosfatada para cana-de-açúcar através da análise de solo. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, (no prelo).

COMPOSIÇÃO DA VINHAÇA

*Arnaldo Antônio RODELLA
**Clóvis PARAZZI
**Antonio Carlos Pereira CARDOSO

RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos no estudo da composição de vinhaça de diferentes origens, no Estado de São Paulo.

O objetivo é caracterizar a vinhaça atualmente obtida em destilarias, no que se refere à composição química, visto que a ativação da produção de álcool acarretou maior variabilidade na composição do mosto submetido a fermentação e conseqüentemente na vinhaça.

Os resultados da safra 1978/79 e 1979/80 são apresentados em diferentes destilarias, e referem-se aos componentes minerais de vinhaça proveniente de diferentes tipos de mosto, em vários períodos da safra.

* Engº Agrº, M.S., Área Industrial. Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

** Engºs. Agrºs., Área Industrial. Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

INTRODUÇÃO

A vinhaça, vem sendo utilizada como fertilizante de maneira cada vez mais intensa devido a diversos fatores. O reconhecimento do seu valor como fonte de nutrientes pode ser avaliado através do exame de sua composição química, e comprovado com os resultados obtidos no campo. Assim, além de contribuir para a diminuição dos gastos com fertilizantes, evita-se o despejo do resíduo em cursos d'água.

O uso racional da vinhaça na adubação da cana-de-açúcar, fundamenta-se na sua análise química, a qual entretanto, pode ser morosa demais para controlar a aplicação do grande volume de vinhaça produzida numa destilaria. Uma forma de se contornar o problema, é através de dados de composição fornecidos pela literatura ou de métodos simplificados para avaliar o teor dos componentes mais importantes.

Atualmente, diferentes produtos açucarados, provenientes do processamento de cana, são empregados na obtenção de mosto para fermentação, concorrendo para que

a composição de vinhaça sofra variações acentuadas.

A vinhaça, proveniente da fermentação do caldo de cana que não sofreu tratamento após sua extração, parece refletir de modo marcante a composição do caldo. No caso de mosto originário do melaço, observa-se a ocorrência de um teor mais elevado de elementos minerais. Esse fato deve-se à concentração de "não açúcares" da cana no melaço, bem como à acumulação de produtos usados na fabricação do açúcar.

A fermentação de mosto misto, obtido a partir de caldo, xarope, méis de pureza variável ou melaço, produz vinhaça de composição intermediária quanto ao teor de nutrientes.

O presente trabalho pretende apresentar resultados obtidos na análise de vinhaça de vários tipos e de diferentes origens, a fim de fornecer subsídios para a avaliação da composição de vinhaça atualmente produzida. A partir do momento em que a vinhaça passou a despertar maior interesse, vários conceitos foram alterados, devido, principalmente, à ativação da produção de álcool, justificando assim uma nova abordagem sobre o assunto.

REVISÃO DE LITERATURA

Dados sobre composição da vinhaça têm sido apresentados em diversos trabalhos. Dentre aqueles que trataram especificamente do assunto podem ser discutidos os seguintes:

CALDAS(2), comenta que a composição de vinhaça depende, entre outros fatores, da composição do melaço, da concentração do mosto, dos processo de fermentação, das variedades e da maturação da cana, e apresenta uma composição média de vinhaça de mosto do melaço no Estado de Pernambuco.

Por outro lado, ALMEIDA(1) enumera quatro fatores básicos: natureza e composição da matéria-prima, do mosto, do vinho, e tipo de trabalho do aparelho destilatório, e apresenta ainda, resultados de análise de vinhaça de mosto do melaço e do caldo de cana.

Mais recentemente, GLÓRIA et alii(4 e 5) estudaram a composição de vinhaça de mosto misto, de mosto do melaço e de mosto do caldo durante a safra canavieira, numa mesma destilaria do Estado de São Paulo.

RODELLA & FERRARI(6)efetuaram um levantamento da composição de vinhaça, através de amostragem simples em 30 destilarias, sendo a maioria proveniente de mosto do melaço.

A composição de mosto do caldo, proveniente de destilarias autônomas, foi estudada por RODELLA et alii(7).

Para se ter uma idéia comparativa entre os resultados obtidos nos trabalhos citados, organizou-se a Tabela I com os dados referentes aos principais componentes. Deve ser ressaltado que os resultados provavelmente estão afetados pelas características de metodologia analítica, de amostragem, além dos fatores citados anteriormente. Pode-se, ainda assim, observar nos dados da Tabela I uma razoável concordância, pelo menos com relação à proporção dos teores dos diversos elementos, apesar das restrições já citadas.

Em geral, para vinhaça do melaço e na forma em que foram expressos, os elementos ocorrem na seguinte ordem decrescente de teor: carbono, potássio, cálcio, nitrogênio, magnésio e fósforo. Para vinhaça do caldo, a tendência é similar.

Tabela 1. Composição de vinhaça de mosto de caldo e de melaço, por diversos autores.

Elemento	Vinhaça de mosto de melaço					Vinhaça de mosto de caldo			
(kg/m^3)*	A	B	C	D	E	B	C	D	F
N	0,45	0,80	1,61	1,18	0,97	0,15	0,55	0,70	0,28
P_2O_5	0,25	0,10	0,29	0,15	0,12	0,21	0,19	0,13	0,09
K_2O	5,84	3,74	7,80	7,83	5,47	2,02	2,10	1,22	1,29
CaO	1,06	0,45	5,18	3,64	3,14	0,62	1,54	0,69	0,13
MgO	0,42	0,55	1,52	0,98	0,86	0,22	0,49	0,21	0,21
C	-	-	22,9	19,2	16,3	-	13,4	5,9	5,7
pH	4,8	5,0	4,8	4,9	4,2	4,6	4,1	4,3	3,7

* Exceto pH.
A - CALDAS(2); B - ALMEIDA(1); C - GLÓRIA et alii(5); D - GLÓRIA et alii(4);
E - RODELLA & FERRARI(6); F - RODELLA et alii(7).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os resultados da composição de vinhaça deste trabalho, referem-se à amostras simples e compostas. Na amostragem simples, uma quantidade de vinhaça coletada de uma só vez era submetida à análise. No caso de amostras compostas, coletava-se 200 ml do resíduo a cada duas horas, durante cada dia de operação, obtendo-se uma amostra composta diária. Ao final de uma semana obtinha-se uma amostra composta semanal.

Os métodos analíticos empregados foram:

. pH: leitura direta em medidor de pH;

. brix: leitura direta em refratômetro;

. cinzas condutimétricas: leitura em rafinômetro TODT-GOLNOW à 20°C da solução contendo 5 g de vinhaça em 100 ml;

. nitrogênio, carbono orgânico, fósforo, potássio, enxofre, matéria seca, segundo GLORIA & SANTA ANA(3);

. cálcio, magnésio, ferro, cobre e manganês: por espectrofotometria de absorção atômica - PERKIN-ELMER(8).

Os locais de coleta de amostras foram:

. Usina Ester, Usina São Martinho, Usina Tamoio, Usina Santo Antonio, Usina Santa Cruz, Usina Barra Grande, Usina Catanduva, Usina Santa Elisa, Usina Da Pedra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a safra 1979/80 foram analisadas amostras simples de vinhaça de mosto misto da Usina Ester, SP, determinando-se os teores de N, P, K e cinzas.

Como na obtenção do mosto misto as quantidades do caldo e do melaço variaram, procurou-se um índice que pudesse representar essa variação, a fim de correlacioná-lo com a composição de vinhaça.

Supondo-se que a relação entre a tonelagem de cana moída exclusivamente para álcool e a tonelagem de cana total processada, fosse útil a finalidade pretendida,

correlacionaram-se os teores de nutrientes da vinhaça com a relação citada.

Conforme pode se observar na Figura 1, obteve-se uma elevada correlação para teores de potássio (r = -0,94). Resultados similares foram obtidos para nitrogênio, fósforo e cinzas condutimétricas.

Tais resultados, embora evidenciem um fato conhecido, servem para quantificar a influência da composição do mosto na composição de vinhaça.

Uma avaliação criteriosa da composição de vinhaça de mosto misto foi efetuada também durante a safra 1979/80, na Usina São Martinho, com amostras compostas semanais coletadas de modo contínuo.

Os resultados foram reunidos na Tabela II, através de médias mensais, com a finalidade de se observar a variação dos teores dos diversos elementos analisados durante a safra.

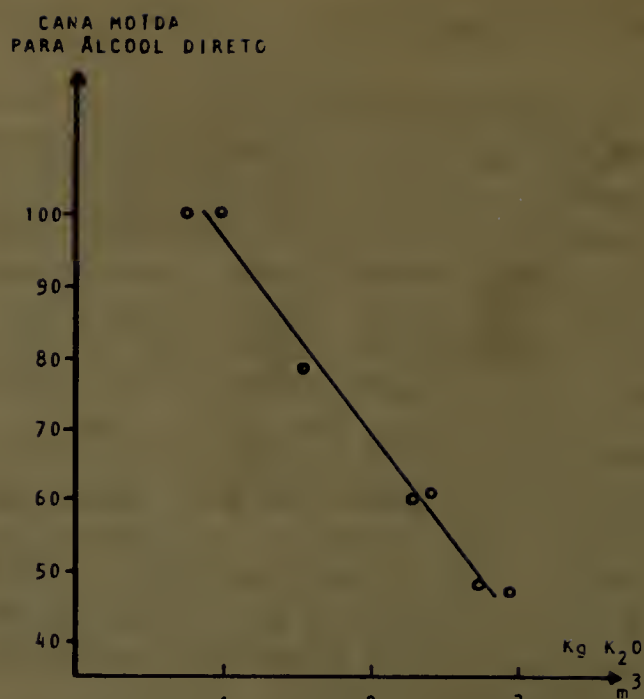



Figura 1. Relação entre a percentagem de cana moida para produção de álcool direto e o teor de potássio na vinhaça de mosto misto.

Tabela II. Resultados de análise de vinhaça de mosto misto - Usina São Martinho.* (continua)

Data (Safra 79/80)	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Cinzas
	kg/m^3					
28/06 a 25/07	0,68±0,04	0,09±0,01	2,66±0,23	1,35±0,04	0,50±0,02	12,0±0,4
(**) n = 5	13,85%	23,56%	17,12%	6,46%	8,66%	5,09%
26/07 a 29/08	0,51±0,04	0,07±0,00	2,93±0,19	1,24±0,06	0,52±0,04	11,5±0,4
n = 5	15,36%	15,41%	14,60%	10,14%	15,77%	7,70%
30/08 a 26/09	0,33±0,04	0,05±0,00	2,42±0,08	1,04±0,12	0,47±0,06	10,4±0,7
n = 4	22,8%	20,16%	7,07%	24,50%	26,62%	13,41%
27/09 a 30/10	0,41±0,01	0,10±0,01	2,33±0,11	0,75±0,02	0,42±0,01	9,3±0,2
n = 5	8,09%	22,12%	10,90%	5,70%	6,49%	5,36%
31/10 a 29/11	0,43±0,06	0,10±0,01	2,57±0,51	0,91±0,13	0,56±0,09	10,5±1,5
n = 4	28,09%	22,74%	39,93%	28,89%	31,73%	28,12%
30/11 a 18/12	0,31±0,04	0,10±0,02	1,92±0,33	0,75±0,05	0,40±0,02	9,1±0,1
n = 3	20,77%	30,00%	29,73%	12,37%	10,32%	16,41%
Média Geral	0,46±0,03	0,08±0,00	2,54±0,12	1,03±0,06	0,48±0,02	10,6±0,0
n = 26	34,42%	30,97%	23,17%	27,60%	20,94%	16,34%

* Os resultados são apresentados como média ± erro-padrão da média e coeficiente de variação.

** n é o número de amostras compostas semanais analisadas em cada período.

(continuação)

Data (Safra 79/80)	Mat.S.	C	pH	Brix	Cu	Fe	Mn
	kg/m³				ppm		
28/06 a 25/07	30,2±0,8	9,1±0,4	4,36±0,03	3,6±0,2	3,73±0,23	34,38±0,88	6,33±0,13
(**) n = 5	5,39%	9,95%	1,33%	10,64%	12,47%	5,10%	4,16%
26/07 a 29/08	30,6±0,5	8,5±0,7	4,34±0,07	3,18±0,05	6,80±0,98	29,16±1,98	4,94±0,38
n = 5	3,87%	17,18%	3,49%	3,44%	32,4%	15,17%	17,09%
30/08 a 26/09	28,3±1,4	7,6±0,1	4,25±0,05	3,05±0,12	9,60±0,94	24,7 ± 1,79	3,68±0,50
n = 4	10,15%	21,38%	2,35%	7,80%	19,62%	14,50%	26,97%
27/09 a 30/10	29,3±0,2	8,2±0,5	3,98±0,07	3,10±0,13	5,44±1,43	28,46±0,92	4,28±0,12
n = 5	11,61%	14,91%	3,73%	9,68%	58,72%	7,24%	6,27%
31/10 a 29/11	29,2±3,6	7,5±0,9	4,18±0,13	3,18±0,36	0,50±0,26	50,78±8,98	6,15±1,14
n = 4	24,38%	24,32%	6,30%	22,91%	103,92%	35,35%	37,23%
30/11 a 18/12	27,2±2,1	7,9±0,7	3,80±0,06	2,73±0,03	1,07±0,39	49,53±6,18	4,67±0,66
n = 3	13,07%	14,50%	2,63%	2,11%	62,42%	21,62%	24,37%
Média Geral	29,4±0,1	8,1±0,0	4,17±0,05	3,18±0,08	4,92±0,68	35,5 ± 2,45	5,09±0,29
n = 26	11,73%	16,48%	5,65%	13,37%	70,53%	35,24%	28,85%

** é o número de amostras compostas semanais analisadas em cada período.

As médias mensais mostradas na Tabela II apresentam elevados coeficientes de variação, fazendo com que as diferenças entre as mesmas não sejam significativas na maioria das comparações. Uma tendência que pode ser verificada, é a do decréscimo no teor dos elementos durante o transcorrer da safra, exceto para fósforo, magnésio e micronutrientes, cujos comportamentos são mais irregulares.

Os maiores teores iniciais poderiam ser explicados pela maior proporção do melaço na composição de mosto, nos períodos finais da safra. A maior proporção do caldo da cana causaria uma queda nos teores de nutrientes da vinhaça.

Na safra 1978/79, procurou-se efetuar um extenso levantamento sobre composição de vinhaça, a fim de correlacioná-la com os fatores que afetam-na.

Devido ao incremento na produção de álcool, já evidente naquela época, tornou-se difícil a caracterização precisa do tipo de mosto submetido a fermentação e, conseqüentemente, definir claramente os tipos de resíduo.

Hoje, é raro a vinhaça se originar exclusivamente do melaço. Na realidade diferentes produtos podem ser misturados a ele como mel rico, mel pobre e xarope. Deixou de existir ainda uma preocupação maior com o esgotamento do melaço, pois a sacarose nele retida é consumida durante a fermentação. Tem-se dessa forma uma diluição maior dos componentes minerais do melaço resultando numa vinhaça menos rica em nutrientes.

Assim, designou-se vinhaça do melaço àquela obtida a partir desse produto, misturado ou não a outros, excetuando-se o caldo de cana.

Como vinhaça de mosto misto

estão agrupadas as que se originaram da mistura de melaço, meis de diferentes purezas, xarope e caldo de cana (este, variando proporcionalmente desde 90 até 20%, aproximadamente).

Nas tabelas III e IV estão reunidos os resultados de amostras compostas, obtidos em grupos correspondentes às épocas de amostragem. Para vinhaça de mosto misto verifica-se uma tendência para maiores teores de nutrientes na época II e um decréscimo na época III. Com relação a vinhaça de mosto do melaço, o menor número de dados não autoriza maiores generalizações sôbre o comportamento dos resultados. Em termos de média geral observa-se que a vinhaça de mosto do melaço apresentou teores de nutrientes ligeiramente maiores que a de mosto misto. Dados de literatura relativamente recente mostram uma discrepância bem maior entre a composição desses dois tipos de resíduos - GLÓRIA et alii (4 e 5).

Tabela III. Composição de vinhaça de melaço.

Época	Usina	N	P O	K O	CaO	MgO
		kg/m³				
Época I	Tamoio	0,45	0,10	4,41	2,32	0,70
(Jul/78)	S. Antonio	0,50	0,11	3,81	1,18	1,12
Época II	Tamoio	0,83	0,14	6,02	3,23	1,09
(Set/78)	S. Antonio	0,58	0,08	3,28	1,18	1,18
Época III	Tamoio	0,32	0,06	2,99	2,00	0,65
(Nov/78)	S. Antonio	0,71	0,10	3,18	1,18	1,11
Média geral		0,57±0,07 32,53%	0,10±0,01 28,53%	3,95±0,46 28,83%	1,85±0,34 45,23%	0,98±0,09 24,09%

Época	Usina	SO_3	Cinzas	C	Brix	pH	Fe	Cu	Mn
		kg/m³					ppm		
Época I	Tamoio	2,76	15,1	11,3	4,0	4,6	50	2	9
(Jul/78)	S. Antonio	2,06	13,0	11,1	4,5	3,9	51	3	5
Época II	Tamoio	-	22,5	13,8	4,5	4,8	55	3	12
(Set/78)	S. Antonio	2,18	12,8	12,3	4,5	3,8	48	1	5
Época III	Tamoio	0,37	12,3	9,2	4,2	4,2	81	2	9
(Nov/78)	S. Antonio	1,92	13,0	9,3	4,5	3,9	85	3	7
Média geral		2,56±0,33 31,14%	14,8±1,6 26,40%	11,2±0,7 15,81%	4,4±0,1 4,95%	4,20±0,2 9,87%	62±7 27,13%	2±0,3 34,99%	8±1 34,65%

Tabela IV. Composição de vinhaça de mosto misto.

Época Safra 78/79	Usina	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SO_3	Cinzas	C	Brix	pH	Fe	Cu	Mn
		kg/m³										ppm		
Época I	Sta. Cruz	0,50	0,10	3,13	1,47	0,63	1,81	11,9	8,8	3,0	4,5	36	3	5
	Barra Gde.	0,48	0,07	2,92	1,26	0,58	1,34	10,2	8,0	3,0	4,7	30	2	4
Julho	S. João	0,40	0,09	3,45	1,12	0,59	1,91	12,1	8,0	3,0	4,3	33	6	3
	Da Barra	0,40	0,12	4,51	2,03	0,78	2,61	15,0	8,7	4,0	4,6	34	2	15
	Catanduva	0,32	0,11	4,19	1,46	0,44	2,07	12,1	9,8	3,0	4,5	50	4	9
	Sta. Elisa	0,48	0,09	3,59	1,29	0,56	2,00	11,9	8,3	2,5	4,5	28	2	5
	Da Pedra	0,25	0,09	2,99	1,08	0,41	1,50	9,5	7,0	3,0	4,4	43	2	9
		0,40±0,03	0,10±0,01	3,54±0,23	1,39±0,12	0,57±0,04	1,89±0,15	10,59±1,70	8,37±0,33	3,07±0,17	4,50±0,04			
		22,93	16,91	17,22	23,11	21,58	21,84	42,31	10,34	14,65	2,87			
Época II	Sta. Cruz	0,70	0,09	3,35	1,39	0,57	1,63	12,0	14,1	4,5	3,7	34	4	6
	Barra Gde.	0,62	0,08	2,99	1,12	0,50	1,52	10,2	8,2	3,5	4,7	28	1	5
Setembro	S. João	0,68	0,11	3,35	1,15	0,63	1,98	12,2	9,0	3,0	4,4	32	5	4
	Da Barra	0,62	0,11	5,40	2,36	0,97	3,00	18,2	10,0	4,0	4,6	42	2	16
	Catanduva	0,41	0,06	3,18	1,26	0,34	1,90	10,6	9,6	3,0	4,3	44	2	7
	Sta. Elisa*	0,64	0,13	3,88	1,61	0,70	1,91	13,4	10,0	3,5	4,6	47	2	8
	Sta. Elisa**	0,59	0,11	3,74	1,50	0,63	1,80	12,6	9,1	3,0	4,6	43	2	7
	Da Pedra	0,70	0,15	4,87	2,00	0,80	2,48	16,0	11,3	5,0	4,7	45	2	10
		0,62±0,03	0,11±0,01	3,85±0,30	1,55±0,15	0,64±0,07	2,03±0,17	13,15±0,96	10,16±0,65	3,69±0,27	4,45±0,12			
		15,15	26,94	22,30	28,03	29,57	23,95	20,61	18,03	20,42	7,50			
Época III	Sta. Cruz	0,43	0,05	3,06	1,46	0,56	1,94	11,8	8,9	3,5	4,3	49	2	6
	Barra Gde.	0,63	0,08	3,28	1,14	0,60	1,86	12,8	8,6	3,5	4,4	36	2	5
Novembro	S. João	0,40	0,06	2,29	0,93	0,51	1,62	10,0	5,4	2,8	4,1	37	6	4
	Da Barra	0,39	0,08	2,75	1,20	0,77	4,47	10,6	6,6	3,0	4,2	52	2	12
	Catanduva	0,33	0,05	3,28	1,45	0,37	1,54	11,4	10,5	4,4	3,9	50	2	8
	Sta. Elisa*	0,27	0,05	1,69	0,54	0,41	0,68	6,5	6,4	2,4	4,1	87	3	4
	Sta. Elisa**	0,22	0,04	1,61	0,48	0,36	0,57	5,7	5,6	2,2	4,1	65	2	3
		0,38±0,05	0,06±0,01	2,57±0,27	1,03±0,15	0,51±0,06	1,81±0,49	9,83±1,03	7,43±0,73	3,11±0,28	4,16±0,06			
		34,80	26,87	27,81	38,79	28,81	71,34	27,53	25,88	24,20	3,89			
Média Geral		0,48±0,03	0,09±0,01	3,34±0,19	1,33±0,09	0,58±0,03	1,92±0,17	11,28±0,75	8,72±0,41	3,31±0,15	4,37±0,06			
		31,92	33,02	26,89	32,49	27,72	40,88	31,31	22,28	21,26	6,16			

* Coluna de destilaçao sem borbotagem direta de vapor.

** Coluna de destilação convencional.

CONCLUSÕES

A composição de vinhaça pode ser perfeitamente caracterizada através da análise química, desde que a amostragem seja a mais criteriosa possível. Recomenda-se a coleta de porções do resíduo a intervalos variáveis de tempo, conforme o período total que se deseja abranger, visando obter amostras compostas, que devem ser armazenadas em congelador para posterior análise química. Bons resultados podem ser obtidos com sistemas improvisados de amostragem contínua.

Como a composição de vinhaça numa mesma destilaria parece variar mais em função de mudanças no sistema de trabalho, estas determinarão a freqüência com que se deve analisar a vinhaça da destilaria para o conhecimento de sua composição. Desta forma, quando se fermenta mosto misto, seria de interesse conhecer quais os produtos açucarados e em que proporção entram na composição do mosto.

Nos casos em que a avaliação periódica da vinhaça através da análise química seja difícil ou se necessite de resultados com rapidez, para controle da aplicação do resíduo no campo, pode-se lançar mão de métodos simplificados de análise como a estimativa do teor de potássio a partir da determinação de cinzas condutimétricas.

Nas destilarias anexas onde há controle da tonelagem de cana moída para fabricação de álcool direto e açúcar, tais dados podem servir na avaliação do teor de nutrientes da vinhaça.

Na impossibilidade de se adotar os procedimentos anteriormente descritos, pode-se utilizar uma tabela de composição provável de diferentes tipos de vinhaça. Atualmente, a classificação usual - vinhaça de mosto do melaço, de mosto misto e do caldo - está comprometida devido a grande variação de produtos açucarados e da quantidade dos mesmos, que se envia para fermentação. Isso faz com que dados da composição de vinhaça não possam ser generalizados com maior segurança.

Apesar das restrições expostas os resultados obtidos nos estudos da composição de vinhaça pelo IAA, através de seu programa PLANALSUCAR, permitiram a elaboração do quadro que se segue.

Elemento (kg/m^3)	Vinhaça mosto de melaço*	Vinhaça mosto misto	Vinhaça mosto de caldo
N	0,57	0,48	0,28
P_2O_5	0,10	0,09	0,09
K_2O	3,95	3,34	1,29
CaO	1,85	1,33	0,13
MgO	0,98	0,58	0,21
cinzas	14,8	11,3	4,8
C	11,2	8,7	6,7
Brix	4,4	3,3	1,9
pH	4,2	4,4	3,7

* Melaço misturado a outros produtos açucarados (exceto caldo de cana).

SUMMARY

Different types of vinasse originating from several distilleries in the State of São Paulo were analyzed to determine inorganic composition. The variation in the composition of waste from one distillery throughout the 1979/1980 was determined. The range of nutrient contents in different types of vinasse originating from several distilleries located in Southern Brazil throughout the 1978/1979 harvest year was obtained.

As a result of these studies, the probable composition of different types of vinasse was determined.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, J.R. de. Composição, proporção e aplicação de vinhaça. 2. ed. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA. 3. Piracicaba, Instituto Zimotécnico, 1966, v.2, p.370-383.
2. CALDAS, H.E. Os fenômenos microbiológicos nos solos tratados com calda de destilaria. Recife, Instituto Agronômico do Nordeste, 1960. 101p. (Boletim Técnico, 10).
3. GLÓRIA, N.A. da & SANTA ANA, A. G. Métodos de análises de resíduos de usinas de açúcar e destilarias. Revista de Agricultura, Piracicaba, out., 1975. 50(1-2):29-44.
4. GLÓRIA, N.A. da; SANTA ANA, A. G. & BIAGI, E. Composição dos resíduos de usina de açúcar e destilarias. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, jun., 1973. 81(6):78-87.
5. GLÓRIA, N.A. da; SANTA ANA, A. G. & MONTEIRO, H. Composição dos resíduos de usina de açúcar e destilarias de álcool durante a safra canavieira. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, nov., 1972. 80(5):38-44.
6. RODELLA, A.A.; CARDOSO, A.C. & PARAZZI, C. Composição de vinhaça de destilarias autônomas. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro (no prelo).
7. RODELLA, A.A. & FERRARI, S.E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, jul., 1977. 90(1):6-13.
8. STANDARD conditions for atomic absorption. In: PERKIN-ELMER. Analytical methods for atomic absorption spectro photometry. s.i., spe. p.ir., 1976.

O "PUSH-RAKE" CHEGA AO BRASIL

*Tomaz Caetano RIPOLI
**Antonio Lazzarini SEGALLA

INTRODUÇÃO

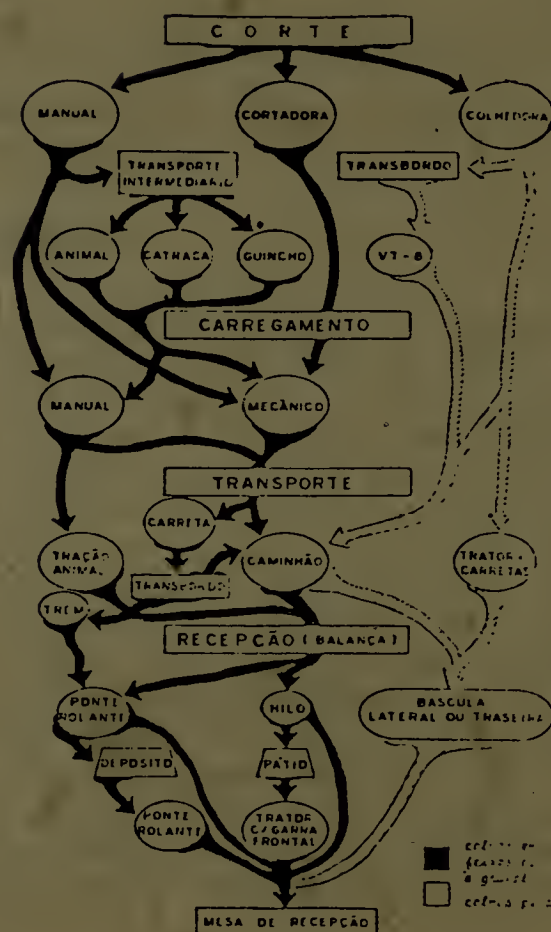
Nos 2.498.026 hectares cultivados com cana-de-açúcar no Brasil, são encontrados três sistemas básicos de colheita e de transferência da matéria-prima do campo até a unidade fabril (usina ou destilaria): manual, semimecanizado e mecanizado.

Cada um desses apresenta várias alternativas no que se refere a utilização de ferramentas, máquinas e equipamentos de corte, carregamento, transporte e recepção da matéria-prima. O fluxograma da Figura 1 mostra essas alternativas em uso no país.

No que diz respeito a sistemas mecanizados de colheita, em 1956 chegava ao país a primeira cortadora mecânica de marca Thompson (vinda dos EUA).

Figura 1. Fluxograma dos sistemas de transferência da matéria-prima do campo para a unidade industrial, em uso no Brasil.

* Engº Agrº, M.Sc. Assistente da Supervisoria de Operações Agrícolas. Superintendência Geral do IAA/PLANALSUCAR.

** Engº Agrº. Supervisor de Operações Agrícolas. Superintendência Geral do IAA/PLANALSUCAR.

A partir daí a empresa SANTAL Equipamentos S/A iniciava projetos de desenvolvimento de máquinas para colheita. Em 1962, Egidio Artioli partia para o desenvolvimento de máquinas cortadoras-amontoadoras. O Quadro 1 oferece, resumidamente, a cronologia das máquinas fabricadas e/ou introduzidas no país.

Atualmente, operam nos canaviais brasileiros 456 colhedoras combinadas e 295 cortadoras-amontoadoras, as quais, segundo ZANCA (3), colheram área correspondente a 12% dos canaviais implantados (aproximadamente 300.000 ha) até dezembro de 1979.

Quadro 1. Resumo cronológico das máquinas fabricadas e/ou introduzidas no Brasil.

Ano	Tipo de máquina
1958-61	. Cortadora-carregadora de colmo inteiro, sem desponte dos colmos, montada sobre trator de esteira (Santal).
1961-66	. Cortadora-amontoadora, sem desponte, montada sobre trator de pneus (Santal-CTD).
1962-67	. Cortadora-amontoadora com desponte, montada sobre trator de pneus (Artioli EG101).
1966-71	. Cortadora-enleiradora, com desponte, montada sobre trator de pneus (Santal CTE).
1969	. Cortadora-amontoadora, de maior capacidade operacional, com desponte, montada sobre trator de pneus (Artioli EG102).
1972	. Colhedora combinada autopropelida, com 25% de nacionalização (Santal-Don).
1973	. Chegam ao país colhedoras combinadas autopropelidas, marcas Toft P300, Massey Ferguson 201, Claas Libertadora 1200, importadas.
1975	. Cortadora-amontoadora com desponte e sistema de levantamento de colmos deitados e acamados, montada sobre trator de pneus (Artioli EG 103).
1977	. Início de fabricação no país de cortadora-amontoadora, com desponte, posicionando feixes longitudinalmente ao sulco, montada em trator (Toft 1-200).
1978	. Colhedora combinada autopropelida totalmente nacional (Santal 115).
1979	. Início da fabricação de colhedora combinada autopropelida (Dedini-Toft - 600); . lançamento no mercado de colhedora combinada autopropelida, sem correntes e rolos transportadores (Santal Rotor). Ambas de maior capacidade operacional.
1980	. Lançamento de cortadora-amontoadora autopropelida, com desponte, levantamento de colmos acamados e deitados, de maior capacidade operacional (Artioli EG 500 103); . Pela primeira vez no país, uma empresa agroindustrial introduz o sistema "Push-Rake" na colheita da cana-de-açúcar (Usina Mandacarú, Juazeiro-BA).

Obs.: A cronologia é baseada em informações verbais fornecidas pelos fabricantes.

O SISTEMA "PUSH-RAKE"

Esse sistema teve sua origem no Havaí, em vista das dificuldades encontradas para a colheita da cana-de-açúcar, devido, principalmente, às condições adversas de campo a outros tipos de máquinas, e também, devido à carência e ao elevado custo da mão-de-obra para corte.

No Peru, segundo RIPOLI & ALVES(2), cerca de 90% dos canaviais são colhidos através desse sistema havaiano, com pequenas modificações. Todavia, a causa fundamental dessa adoção foram as condições de campo, pois a mão-de-obra disponível para corte, não é fator limitante.

Na região do Alto Sertão Baiano, a 17 km da cidade de Juazeiro, a Usina Mandacarú foi levada a adotar o sistema por total inexistência de mão-de-obra para corte, uma vez que não se conseguiu mentalizar o sertanejo a executar esse tipo de trabalho estafante. Esse fato é explicado pela região estar recebendo a cultura canavieira pela primeira vez. Também as condições de campo e o sistema de irrigação adotado (infiltração por sulcos na linha de cana), associado aos altos rendimentos agrícolas obtidos e ao porte deitado dos canaviais, não permitiram o uso de máquinas convencionais até então fabricadas no país.

A colheita através do sistema "Push-Rake" iniciou-se em junho de 1980. A tecnologia implantada na cultura é totalmente peruana, desde o preparo inicial do solo até aos sistemas de irrigação e de colheita. Os mesmos tipos de implementos e de tratores lá utilizados, o são aqui também - (Quadro 2).

Quadro 2. Sistemática adotada pela Usina Mandacarú para implantação da cultura de cana-de-açúcar.

Operação	Equipamento	Observações
Desmatamento	Correntão	Vegetação: Caatinga
Gradeação	Grade tipo Rome de 32 discos de 34" com CAT D8	Opera transversalmente ao sulco. Duas operações.
Subsolagem	Barra com três hastes lisas espaçadas de 65 cm e profundidade de 70 a 80 cm com CAT D8	Duas passagens cruzadas em ângulos de 16-18° entre si, no sentido da maior pendente do terreno
Gradeação	Grade niveladora	Cruzada a 90° com relação à primeira gradeação
Nivelamento	Lâmina niveladora Santal tracionada por CAT D8	Largura de trabalho de 6 m
Locação de cotas	Teodolitos, cotas de 10-10 cm	Gradientes de declividade para sulcos de irrigação e plantio
Sulcação	Dois sulcadores tracionados por CAT D4	1,50 m de espaçamento 30-40 cm de profundidade
Adubação	Manual	150 kg de N e 280 kg de P_2O_5 por ha
Plantio	Manual, toletes enfeixados dispostos ao longo do sulco para posterior distribuição	Toletes de 3-5 gemas
Cobertura do sulco	Dois pares de discos para duas ruas, deslocados por CAT D4	Barra colocada frontalmente ao trator

Predominam nessa área os solos do tipo vertissolos, com até 45% de argila (montmorilonitica) com teores médios de potássio e baixos teores de matéria orgânica e de fósforo. Esses solos são profundos e/ou medianamente profundos (1,5 m). A presença de pedras em certas áreas é significativa.

A subsolagem cruzada em ângulos agudos, citada no Quadro 2, objetiva dar melhor mobilização ao perfil trabalhado, facilitar a drenagem do excedente de água de irrigação e diminuir a exigência tratória da operação.

Quanto ao nivelamento, as cotas eram tomadas a cada 50 cm, o que não produziu bons resultados, assim, partiu-se para cotas de 10-10 cm. No uso da lâmina niveladora tracionada por D-8, com 6 m de largura do trabalho, são movimentados, em média, 250-300 m^3 por hectare trabalhado.

O tipo de cobertura das mudas foge ao convencional em nossa cultura, visto que o implemento realizador da operação é posicionado frontalmente ao trator. Dessa forma, durante a operação a esteira do D4 não entra em contato direto com os toletes, pois a cobertura já ocorreu. Menores danos ou nenhum são esperados, além da própria esteira promover uma pequena compactação sobre os toletes, deixando a conformação do sulco mais adequada para receber a irrigação por infiltração.

Implantada a cultura, a primeira irrigação é imediata. Inicialmente utiliza-se 1.000 m^3/ha. Com o crescimento do canavial as quantidades de água vão sendo aumentadas até atingir 3.000 m^3/ha nos meses mais quentes. Quarenta e cinco dias antes da colheita a irrigação é suspensa. A água é fornecida pela CODEVASF, através de canais principais cimentados que trazem-na do Rio São Francisco. Em função da área e da quantidade de água a ser consumida, é calculado o custo e cobrado à usina.

Até o presente, o sistema de colheita envolve os seguintes equipamentos: três tratores CAT modelo 966 (tração nas quatro rodas e articulado) com ancinho frontal. Esse é constituído em sua parte vertical, de nove barras de ferro, cuja função é receber e escorar os colmos cortados. A sua parte horizontal é constituída de duas hastes cortadoras (com 1,80 m de comprimento, aproximadamente), cujas extremidades possuem lâminas em forma de seta (recambiáveis), que realizam o corte basal. Paralelamente às hastes cortadoras existem cinco hastes curtas (2/3 menores), cuja função é receber a massa de colmos cortados, diminuindo sensivelmente o seu contato com o solo ao longo do deslocamento da máquina no sulco.

Três "drag-lines" marca Bucyrus-FNV, modelo 22-B, com rodado de esteira com giro do conjunto, cabine-torre de 180° equipada com garra desenvolvida na própria usina (como o foram os ancinhos das cortadoras), obedecendo a características de construção dos similares peruanos. O acionamento da garra, através da torre, é mecânico e sua capacidade de carga, é de aproximadamente 1.500 kg por ciclo de carregamento.

Sete caminhões Scania, tracionando duas unidades de transporte (tipo Romeu e Julieta), com capacidade de carga de 35 toneladas cada uma. Essas unidades são constituídas de cantoneiras formando, lateralmente, tubos de seção quadrada, e de chapas na frente e atrás. No sentido longitudinal da carroceria acomoda-se uma malha de correntes fixas de um lado e de outro apoiada em longarinas superiores. Com essa construção visa-se agilizar o descarregamento na recepção da usina. O conjunto cavalo mecânico e carretas é sustentado

por nove eixos com um total de 34 pneus.

A Figura 2 mostra sucintamente, as etapas operacionais do sistema.

Na operação de corte e amontoa foi observado um número realmente insignificante de soqueiras arrancadas, enquanto que o número de colmos não recolhidos pelo ancinho cortador-amontoador, também não ultrapassou quantias normalmente encontradas em outros tipos de colheita.

Tal condição é explicada pelo tipo de solo que fornece muito boa resistência de ancoramento à ação de cizalhamento das lâminas do ancinho, além da perfeita sistematização do terreno e da habilidade do operador.

O corte basal ocorrendo ao nível do sulco traz outra vantagem indireta, ou seja; provoca a brotação posterior diretamente do rizoma, tornando a touceira da cana mais vigorosa e resistente ao acamamento, além de concorrer para a diminuição de pragas que ficariam nos tocos remanescentes.

RIPOLI & ALVES(2) informam que a experiência peruana recomenda

Figura 2. Fluxograma operacional do sistema "Push-Rake" na Usina Mandacarú.

que os sulcos devem ser cortados em comprimentos de 60 a 70 m, aproximadamente, a fim de diminuir as perdas dos colmos não arrastados e para que o volume da cana cortada e amontoada sobre o ancinho, durante o deslocamento da máquina, não ultrapasse o desejado. Com isso, diminui a quantidade de terra arrastada e facilita a visibilidade do operador. Ao final dessa distância o ancinho acionado hidraulicamente, vai formando montes do material colhido até 3 m de altura, longitudinalmente às linhas de cana e contínuo, abrangendo toda extensão do talhão. Caso a queima, antes do corte, não tenha sido eficiente, opcionalmente realiza-se uma segunda queima após os colmos terem sido amontoados. Antes do carregamento é feito um repasse manual, básico, quando o operador da cortadora não é devidamente habilitado. Vale frisar que as perdas dos colmos é tanto maior quanto menor for o rendimento agrícola no talhão.

Na ação de carregamento também é fundamental o fator operador. Sendo os montes formados continuamente e constituídos de colmos totalmente emaranhados entre si, levando a um menor peso por volume, o que obriga a um bom conhecimento do operador do ciclo de carregamento e dos comandos da máquina a fim de melhor acomodar a carga nas unidades de transporte.

Quanto à capacidade operacional de cada componente do sistema, a Usina Mandacarú informa que na operação de corte e amontoa um bom operador processa até 80-85 t/h, quando o canavial apresenta rendimentos agrícolas acima de 130 t/ha. Nas mesmas condições, um operador pouco hábil corta e amontoa apenas 50-60 t/h, deixando quantidades significativas de perdas. A título de comparação, no Peru, onde o sistema já está consolidado, o rendimento operacional médio é de 90 t/h, conforme RIPOLI & ALVES(2).

No carregamento o tempo médio consumido para 45-60 t é de 20 minutos. As unidades de transporte possuem maior capacidade de carga, porém, por falta de melhor habilidade do operador da carregadora, o acomodamento da cana não é o ideal. Assim, o transporte que carregaria até 70 t por viagem, está transportando apenas 45-50 t.

O tempo de entrega da matéria-prima, após o corte é, em média, de 6 hs, com uma média de 1.800 t/16 hs de serviço de transporte, em áreas que distam 15 km da usina. Essa excelente condição também é favorecida pelas amplas e bem conservadas estradas e pelos carreadores, e ainda pela topografia plana da região, com declive de aproximadamente 2%.

A ação de corte e amontoa é efetuada somente durante o dia, porém, o carregamento e o transporte são feitos também a noite.

Quanto aos percentuais de matéria estranha que acompanha os colmos, segundo informações da Usina Mandacarú, estão por volta de 5 e 10% de peso. Desses, 60% são de origem mineral.

Esses valores estão bem abaixo dos encontrados no Havaí (35%), segundo PAINE & RHODES(1) e no Peru (18%), conforme RIPOLI & ALVES (2). Com relação à fração mineral, há coincidência entre os valores obtidos em Mandacarú e no Peru (55-60% de peso da matéria estranha).

Nessa primeira safra da Usina Mandacarú os custos médios obtidos para transferência de matéria-prima do campo para a usina, conforme contabilidade da empresa têm sido: para corte e amontoa, Cr$ 24,00/t; para carregamento Cr$ 21,00/t e para transporte, Cr$ 28,00/t.

Finalizando, o sistema "Push-Rake" sempre encontrou grande resistência entre técnicos açucareiros nacionais, principalmente em vista do elevado teor de matéria

estranha contido no produto colhido, com graves implicações na fabricação. Para sanar o problema a unidade fabril é obrigada a instalar um eficiente sistema de limpeza (por via seca e/ou úmida) o qual exige um investimento de capital elevado. Todavia, a longo prazo a prática já demonstrou (Peru e Havaí) que essa opção se torna recomendável quando outros sistemas foram considerados incompatíveis com as condições de campo.

No Peru, a matéria-prima chega à usina com 18% de matéria estranha, em média, segundo RIPOLI & ALVES(2). Após sofrer ação do sistema de limpeza a matéria-prima vai às moendas ou difusores, com aquele percentual reduzido para 2 a 4%. Por sua vez, a Usina Mandacarú não implantou ainda um sistema de limpeza adequado, utilizando o convencional em nosso meio: a lavagem na esteira de recepção.

Vale ressaltar que o "Push-Rake" é recomendado para canaviais com produções superiores a 120/130 t/ha, pois, aquém desses valores o sistema torna-se muito caro, além de aumentar significativamente as perdas no campo, exigindo grande contingente de mão-de-obra para repasse e um aumento na quantidade de matéria estranha mineral que acompanha a cana colhida.

Portanto, cabe aguardar o desenvolvimento do sistema da Usina Mandacarú, acompanhando seus custos de produção e seus rendimentos agrícola e industrial para se ter uma opinião embasada em dados brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PAINE, J.H. & RHODES, L.J. Assayng cane delineries by cose sampling and direct analyses. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR TECHNOLOGISTS, 12, 1965. Proceedings. 12:1552-1560.
2. RIPOLI, T.C. & ALVES, A. da S. Alguns aspectos da cultura canavieira no Peru. Relatório de viagem. Circulação interna. IAA/PLANALSUCAR-COONE. Maceió, 21p. 1976. Mimeo.
3. ZANCA, O. The evaluation of machinized sugar cane harvesting in Brazil. Int.Sug.Jou. LXXXIII issue nº 973, Jan 1979.

PREPARO DO SOLO PARA O PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

*José FERNANDES
**Victorio Laerte FURLANI NETO
***Rubismar STOLF

RESUMO

Foram analisados os resultados de quatro experimentos comparando-se os trabalhos do arado de discos, da grade pesada e do subsolador, como implementos de preparo do solo. O arado, trabalhando a 45 cm de profundidade, apresentou as maiores produções. A grade pesada e o subsolador de hastes lisas, ficaram em segundo e terceiro lugares, respectivamente. As diferenças de produção foram maiores quando ocorreram condições climáticas desfavoráveis à cultura. Aplicando-se asas nas hastes do subsolador, o implemento apresentou a eficiência operacional mais aproximada do arado de discos, em termos de produção de cana.

* Engº Agrº, Chefe da Seção de Operações Agrícolas. Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

** Engº Agrº, Seção de Operações Agrícolas. Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

*** Engº Agrº, M.S., Seção de Operações Agrícolas. Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar apresenta características de cultura extensiva, ao mesmo tempo que produz altos rendimentos agrícolas. Por isso, ela exige a participação de máquinas e veículos pesados em várias modalidades operacionais, notadamente para as operações de colheita e transporte.

Como decorrência desse trânsito na área de cultivo, não tem sido possível evitar a compactação do solo sobre as soqueiras.

Por outro lado, a dificuldade de se conseguir a recuperação das condições físicas do solo, devida à presença da própria cultura, cujo sistema radicular deve ser preservado de danos mecânicos, resulta em um processo cumulativo dos efeitos da compactação.

Como resultado, observa-se as reduções nos rendimentos agrícolas após cada corte realizado.

Na medida em que essas produções - em termos de toneladas de cana por hectare - passem a com-

prometer os interesses econômicos, a área é submetida a todo o processo de reforma.

Portanto, não será difícil entender que um aspecto de fundamental importância, consiste em se conseguir a mais adequada modalidade operacional com vistas a restituir ao solo suas mais convenientes condições físicas.

Em outras palavras: o objetivo das operações de preparo do solo, se resume em recuperar a porosidade satisfatória ao bom desempenho do sistema radicular da cana-de-açúcar, alterada pelas práticas agrícolas durante vários ciclos consecutivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma série de quatro experimentos foi instalada com o objetivo de estudar o comportamento da cana-de-açúcar, quando empregados os três processos atualmente utilizados no preparo do solo para as reformas, isto é: a aração, a subsolagem e a gradeação.

Figura 1. Subsolador Alado.

Para a aração foi empregado o arado de arrasto, com quatro discos de 30 a 32 polegadas.

Como grade pesada, empregou-se o implemento modelo ROME, possuindo 12 ou 14 discos recortados de 30 a 32 polegadas, pesando entre 4.000 e 5.000 kg.

Quanto à subsolagem foram usados nos quatro trabalhos, implementos com hastes parabólicas lisas, como os modelos convencionais Porém, no último experimento, foi introduzido o subsolador provido de asas na extremidade inferior da haste, cujas dimensões são mostradas na Figura 1.

Os três primeiros experimentos foram instalados sobre Latossol Vermelho Escuro, e o quarto trabalho, em Latossol Vermelho Amarelo - textura argilosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções, em termos de rendimentos agrícolas da cana-planta, são apresentadas na Tabela I, e representa as médias de cinco repetições.

O experimento (cana de ano) foi plantado na Usina São Martinho em outubro de 1973. Essa condição, somada à má distribuição das chuvas verificada naquele ciclo agrícola, redundaram na baixa produtividade verificada. Os demais trabalhos foram colhidos com 18-20 meses de idade da cultura.

Quanto aos outros três experimentos, as condições climáticas não se mostraram muito diferentes das médias regionais.

CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados obtidos nos quatro trabalhos apresentados, levando-se em conta sua

Tabela 1. Produções obtidas com cana-planta nos quatro trabalhos com diferentes operações de preparo do solo.

Plantio/Corte	Usinas	Arado 45 cm	Grade Pesada	— Subsolador — Liso	Alado
		t cana/ha			
1973/1974	São João	169	150	136	-
1973/1974	São Martinho	53	39	34	-
1975/1976	São João	108	110	103	-
1977/1978	Tamoio	111	100	88	105

abrangência de seis anos sucessivos, põe em destaque uma observação de fundamental importância, que se refere à correlação entre a forma de preparar o solo e a capacidade da cana-de-açúcar de assimilar os fertilizantes fornecidos.

Tendo sido aplicada a mesma quantidade de fertilizantes em todas os tratamentos, não restam dúvidas de que as diferenças nos rendimentos agrícolas foram provocadas pelos diferentes processos de preparo do solo para o plantio.

Esse fato deixa claro que, uma inadequada condição física do solo, pode influir como fator limitante no desempenho do sistema radicular.

Portanto, a qualidade do preparo do solo, com vistas a proporcionar adequadas condições de absorção e translocação dos nutrientes minerais pelas raízes, evidencia-se como operação agrícola que merece especial atenção.

Quanto ao subsolador alado, observa-se que o resultado produzido é o que mais se aproxima do obtido com o arado. Essa informação permite supor que esse implemento, desde que adequadamente dimensionado quanto à largura de trabalho das asas e ao espaçamento entre as hastes, poderá promover uma eficiência operacional equivalente à do arado no preparo do solo para o plantio de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERNANDES, J. A subsolagem no controle da compactação do solo na cana-soca (*Saccharum* spp.) variedade CB41-76 e seus efeitos no rendimento agrícola e no sistema radicular. 1979. Tese de Mestrado. 158p.
2. GILL, W.R. Soil compaction by traffic. Agric. Engn. 1959. 40:392-394, 400-402.
3. ______. Mechanical impedance of plants by compact soils. Transactions of the ASAE. 4: 238-242.
4. HUMBERT, R.P. El cultivo de la caña de azúcar. México, Continental. 719p.
5. INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, variedade Co290, em solo tipo terra-roxa-ligítima. Bragantia. Campinas, 16(1): 1-13.
6. MARTINEZ, M.B. & LUGO LOPEZ, M.

A. Influence of subsoil shattering and fertilization on sugarcane production and soil infiltration capacity. Soil Science. 1953. 75(4): 307-315.

7. SOUSA, J.A.G.C. Efeito da tensão da água no solo na cultura da cana-de-açúcar(*Saccharum* spp.). FEL/UNICAMP. Tese de Doutorado. Limeira, 1976. 163p.

8. TROUSE, Jr. A.C. Effects of soil compression on the development of sugarcane roots. In: CONGR. INT. SOC. TECH., 12. Puerto Rico. 1967. Proceedings. p.137-152.

9. Van DILLEWIJN, C. Bot.ny of sugarcane. Waltham,Chronica Botanica. 1952. 371p.

10. VOMOCIL, J.A. & FLOCKER, E.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. Transctions of the ASAE. 4:242-246.

ADUBAÇÃO NPK E LOCALIZAÇÃO DO FERTILIZANTE EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, VARIEDADE CB41-76

*Ermor ZAMBELLO JR.
**Henrique Paulo HAAG
***José ORLANDO Fº

RESUMO

No sentido de estudar a fertilização N, P e K em cana-soca, variedade CB41-76, instalaram-se ensaios em quatro Grandes Grupos de Solos: Latossol Roxo (LR), Latossol Vermelho Amarelo fase arenosa (LVa), Podzólico Vermelho Amarelo - var. Laras (PVls) e Latossol Vermelho Escuro-orto (LE). No último solo, a cana foi cultivada com e sem irrigação, em dois ensaios.

O delineamento estatístico foi o fatorial completo N x P x K x L em 4 x 2 x 3 x 2, onde "L" representa as localizações dos fertilizantes na soqueira (na superfície e em profundidade). As doses foram 0-60-120-180 kg N/ha, 0-45 kg P_2O_5/ha e 0-90-180 kg K_2O/ha.

A localização dos fertilizantes em profundidade não proporcionou benefício para as produções expressas em t cana/ha e em t pol/ha, com exceção para o solo PVls.

O nitrogênio e o potássio reagiram linearmente, dentro das doses estudadas, apenas com exceção do potássio em solo LR.

O fósforo provocou aumentos significativos nas produções de t cana/ha para os solos LE, LR e PVls, e elevou a produtividade expressa em t pol/ha para os dois primeiros.

A irrigação não apresentou aumento nos rendimentos da soqueira da variedade CB41-76 quando cultivada em solo LE.

* Engº Agrº, M.Sc., Chefe da Seção de Solos e Adubação da Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

** Engº Agrº, Dr., Prof. Adjunto do Deptº de Química-ESALQ/USP.

*** Engº Agrº, Dr., Supervisor da Área de Solos e Adubação do IAA/PLANALSUCAR.

INTRODUÇÃO

As soqueiras são responsáveis por cerca de 80% da produção total de cana-de-açúcar e este montante justifica os estudos nutricionais realizados, ainda mais se considerarmos os crescentes preços dos fertilizantes.

Assim, SAMUELS & LANDRAU JR. (17) estudaram o comportamento de quatro variedades, durante a cana-planta e de três subseqüentes soqueiras, sob o efeito de um fatorial incompleto de N, P e K, onde observaram uma menor resposta ao N para as soqueiras e estabeleceram a recomendação de 150 kg N/ha. Com respeito ao P as doses empregadas não provocaram aumento de produção, e foi recomendado entre 40 e 50 kg P_2O_5/ha como a dosagem suficiente para controlar deficiências não muito extremas. O K mostrou maior reação para cana-soca, tendo os autores sugerido a dosagem de 150 kg K_2O/ha.

SAMUELS & LANDRAU JR.(18) analisaram mais de 200 experimentos de campo conduzidos pela Estação Agrícola Experimental da Universidade de Porto Rico e observaram que, com média, o potássio era responsável por um aumento de 11,9% na produção agrícola, onde as maiores respostas foram obtidas nas soqueiras.

MOHAN RAO et alii(12), na Índia, estudando a adubação da cana-soca, variedade Co419, constataram um decréscimo de produção da cana-planta para a primeira soca e desta para a subseqüente, e concluíram que a produção agrícola da primeira soca poderia ser elevada com a aplicação de 150 kg N/ha.

O P não mostrou efeito para elevação do seu teor no caldo e no aumento da produção agrícola. Todavia, na segunda soqueira, houve uma tendência ao aumento de rendimento com a dose de 50 kg de P_2O_5/ha. As adubações, realizadas 45 dias depois da colheita, ofereceram melhores resultados do que as efetuadas 90 dias após.

JACOB & UEXKULL(11) e GEUS(9) apresentaram para alguns países produtores de cana-de-açúcar, as faixas de adubação empregadas onde as soqueiras recebem maiores quantidades de nitrogênio que a cana-planta.

Observaram, com respeito ao fósforo, que a melhor localização do mesmo é junto às raízes, no fundo do sulco, sendo que tal técnica não pode ser desenvolvida em cana-soca a não ser através da colocação do fósforo em certa profundidade e de ambos os lados da linha da planta. Argumentam que, em regiões com altas precipitações e umidade constante na superfície do solo, o sistema radicular apresenta desenvolvimento superficial e permite um melhor aproveitamento dos fertilizantes distribuídos na superfície. Agora, em regiões com alternância de umidade e seca, ou sob irrigação, as raízes se desenvolvem em maior profundidade e não oferecem condições de aproveitar o fósforo na superfície.

Os mesmos autores sugeriram ainda que a aplicação de N não ultrapasse três meses de idade e que, preferencialmente, ocorra antes dos dois meses. Isso porque aplicações tardias de N reduzem consideravelmente a percentagem de açúcar da cana que apresenta tendência a vegetar ao invés de entrar em processo de maturação.

WOOD & WOOD(22), na África do Sul, estudando o desenvolvimento e a distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, verificaram que, sob condições normais de chuva, as raízes ativas predominaram no espaço junto à touceira e superficialmente ao solo. As raízes remanescentes da cana-planta podem continuar em atividade até quatro meses depois de realizada a colheita.

HUMBERT(10) salienta que a eficiência do nitrogênio é sempre baixa - pois uma parte é utilizada pelo complexo microbiológico do solo, outra converte-se em nitratos, podendo ser perdida por lixiviação, e uma outra volatiliza-se e

perde-se na atmosfera. Assim, plantas com ciclos mais longos (cana-planta 18 meses) apresentam sistema radicular mais desenvolvido, e são mais eficientes que as de ciclos curtos (cana-soca 12 meses), as quais encontram-se em condições de maior compactação e menor aeração, diminuindo assim a eficiência do seu sistema radicular. O autor apresenta a localização do fósforo como de grande importância, pois este elemento possui baixa mobilidade no solo, e altas aplicações no sulco de plantio são tão eficientes como dosagens parceladas depois de cada colheita. A partir da segunda soca, o mesmo autor encontrou necessidade da aplicação de quantidades adicionais de fosfato para manter os rendimentos em nível ótimo.

ZAMBELLO JR. et alii(24), trabalhando com soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar em solo Terra Roxa Estruturada, no Estado de São Paulo, observaram respostas econômicas até 167 kg N/ha.

ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR.(14), estudaram a adubação nitrogenada em solo Latossol Vermelho Escuro-orto, em quatro variedades de cana-de-açúcar, no estágio de primeira soqueira, onde apenas para a variedade CB41-76 encontraram diferença significativa para as doses utilizadas, sendo 40 kg N/ha suficientes para obtenção de boa produção.

ORLANDO Fº et alii(15), estudaram a variedade CB41-76 em solo Terra Roxa Estruturada, cana-soca, colheita de início de safra, e em solo Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa, colheita de fim de safra. Observaram para o solo TE, efeito da adubação nitrogenada até a dose de 160 kg N/ha. A localização do fertilizante também foi apresentada (em superfície e em profundidade). Os autores concluira que para o início de safra seria recomendada a aplicação em profundidade, já para as canas colhidas no começo do período chuvoso, a localização perde seu efeito.

ESPIRONELO(7) apresenta as recomendações do Instituto Agronômico de Campinas para as soqueiras, como sendo: 40-90 kg N/ha, 25-50 kg P_2O_5/ha e 40-80 kg K_2O/ha.

O objetivo do presente trabalho é estudar a reação da cana-soca a adubação N, P e K para duas localizações do fertilizante (superfície e profundidade) em quatro solos da Região Centro-Sul do Brasil, e num deles, observar o comportamento dos tratamentos sob o regime de irrigação por aspersão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados quatro Grandes Grupos de Solos: Latossol Vermelho Escuro - orto (LE) - SEITEC(19), localizado na Estação Experimental Central Sul do PLANALSUCAR em Araras-SP, Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa (LVa) - FRANÇA & FREIRE(8), na Usina São José em Macatuba-SP, Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras (PVls) - BRASIL(2), na Usina Rafard em Rafard-SP e Latossol Roxo (LR) - BRASIL(3), na Usina Bandeirantes em Bandeirantes-PR.

Nos locais dos ensaios foram tomadas amostras compostas da camada arável do solo para a obtenção das características químicas, sendo as mesmas determinadas segundo as técnicas descritas por CATANI & JACINTHO(5). Os resultados são apresentados na Tabela I.

No ensaio irrigado-LE(I)*, as aplicações de água foram efetuadas através do sistema de irrigação por aspersão e o controle realizado de acordo com o método gravimétrico -

* Será utilizada a codificação (I) para o caso do solo LE irrigado por aspersão.

Tabela I. Características químicas dos solos.

Características Químicas	Latossol Vermelho Escuro-orto	Latossol Vermelho Amarelo-fase arenosa	Podzólico Vermelho Amarelo-var. Laras	Latossol Roxo
pH	5,20	4,30	4,80	6,40
Carbono (%)	1,27	0,69	0,98	1,56
Fósforo (ppm P)*	30	20	20	30
Potássio (ppm K)	59	43	156	196
Cálcio (e.mg Ca^{+2}/100 ml solo)	2,40	1,00	3,00	11,20
Magnésio (e.mg Mg^{+2}/100 ml solo)	1,30	0,50	1,70	2,40
Alumínio (e.mg Al^{+3}/100 ml solo)	0,10	0,70	0,20	0,00
Hidrogênio total (e.mg H^{+}/100 ml solo)	6,20	5,00	4,20	4,40

* Bittencourt et alli (1).

Tabela II. Características hídricas do solo LE estudado.

Profundidade	Capacidade de campo	Ponto de murcha permanente % peso solo seco	Água disponível
0 - 20 cm	30,9	21,21	9,66
20 - 40 cm	30,6	23,34	8,24
média	30,75	21,79	8,95

SLAYTER(20). Foram obtidas amostragens de solos sendo determinados os parâmetros hídricos constantes na Tabela II.

Realizaram-se as irrigações quando 60% da água disponível do solo foram evapotranspirados ou a uma umidade limite de 25,5%, sendo considerada uma profundidade de 40 cm com uma eficiência de aplicação de água entre 70 e 80%.

A partir de abril/77 as irrigações foram suspensas para que as condições de amadurecimento natural da planta não fossem prejudicadas.

As precipitações pluviométricas são apresentadas na Tabela III, sendo que para o solo LE(I) houve acréscimo total de 66 mm de água durante o ciclo, resultante de apenas três irrigações que se fizeram necessárias pelo método gravimétrico.

Tabela III. Precipitação pluviométrica nos cinco solos, no período de julho de 1976 a setembro de 1977.

Meses	Precipitação pluviométrica em mm				
	LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
JUL./76	106,2	106,2	76,0	154,8	69,4
AGO.	75,2	72,2	91,0	120,1	164,8
SET.	103,0	103,0	182,5	215,1	177,6
OUT.	122,9	122,9	128,0	150,4	229,4
NOV.	118,6+20*	118,6	91,0	99,0	126,5
DEZ.	223,8	223,8	310,0	198,0	188,6
JAN./77	427,4	427,4	444,0	325,1	211,7
FEV.	22,0 + 31*	22,0	32,0	63,0	98,0
MAR.	134,3+15*	134,3	269,0	205,7	109,3
ABR.	72,1	72,1	98,0	83,8	63,2
MAIO	10,8	10,8	10,0	8,2	30,7
JUN.	39,3	39,3	86,0	38,3	71,6
JUL.	7,8	7,8	15,0	16,6	25,2
AGO.	30,0	30,0	8,1	15,5	9,9
SET.	85,8	85,8	76,0	115,5	34,1

* mm de água adicionados através de irrigação por aspersão.

Os solos foram preparados de forma convencional - SOUSA (21) - sendo que durante os meses de janeiro, fevereiro e março/75, foram instalados em cada local 48 parcelas, possuindo cada uma sete ruas com 10 m de comprimento e 1,5 m de espaçamento, e que receberam por ocasião do plantio, o equivalente a 60-100-120 kg/ha de N - P_2O_5 - K_2O nas formas de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Após 18 meses de ciclo da cana-planta, portanto em julho/76, para os solos LE(I) e LE, agosto/76 para o LVa e setembro/76 para os PVls e LR, procedeu-se a colheita da cana-planta, sendo a despalha realizada a fogo, e tanto os colmos como o palhiço residual foram removidos manualmente das parcelas, a fim de se evitar efeitos secundários na mesma.

Instalaram-se os ensaios fatoriais com uma repetição 4 x 2 x 3 x 2 em N x P x K x L, onde "L" significa a localização do adubo. As doses foram as seguintes: 0-60-120-180 kg N/ha, 0-45 kg P_2O_5/ha e 0-90-180 kg K_2O/ha, obtidas através do emprego de quantidades equivalentes de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

As duas localizações estudadas foram: "em superfície", onde o adubo foi colocado de ambos os lados da linha de cana e a seguir coberto superficialmente com enxadas; e "em profundidade", onde foram abertos pequenos sulcos de 15 a 20 cm de profundidade em ambos os lados da linha de cana e distantes desta cerca de 40 cm. O adubo depois de localizado no sulco foi coberto, conforme metodologia descrita por ORLANDO Fº et alii(15).

As parcelas possuiam 3 linhas (centrais) úteis, 2 linhas de bordaduras internas e 2 de bordaduras externas, num total de 7 linhas com 10m de comprimento e 1,5m de espaçamento, ocupando área de 105m^2.

Após 12 meses de ciclo as parcelas foram despalhadas a fogo e as três linhas centrais foram colhidas e pesadas para obtenção da produtividade expressa em toneladas de cana por hectare. Para a determinação da percentagem da pol da cana - BUCCHANAN(4), amostraram-se sete colmos ao acaso, por linha útil num total de 21 colmos por parcela.

Da interação t cana/ha x pol % cana, obtiveram-se as produtividades expressas em t pol/ha.

O esquema estatístico utilizado foi o fatorial completo 4 x 2 x 3 x 2 (N x P x K x L), com apenas uma repetição.

Tanto para as análises individuais como para a análise conjunta, bem como para as regressões, seguiram-se as técnicas descritas por PIMENTEL GOMES (16).

Quanto às regressões, trabalhou-se até o terceiro grau para o nitrogênio e até o segundo grau para o potássio, sendo escolhidas as de grau mais elevado com significância estatística.

Maiores detalhes sobre os ensaios podem ser analisados em ZAMBELLO JR.(23).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos agrícolas (t cana/ha) obtidos para os cinco experimentos encontram-se na Tabela IV, onde observam-se maiores produções para os ensaios localizados em solo Latossol Vermelho Escuro-orto e menores para o solo Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa.

A irrigação não mostrou efeito de aumento na produtividade, pois o ensaio LE localizado no mesmo solo, não irrigado apresentou de maneira geral produções superiores ao ensaio irrigado LE(I). Esse fato teria como possível explicação o ano agrícola, o qual apresentou

inverno chuvoso (Tabela IV) e com precipitações bem distribuídas, sendo que o experimento LE(I) permitiu apenas três irrigações, onde duas delas sucederam em 1977 durante "veranicos" de fevereiro e março.

A localização dos fertilizantes em profundidade não mostrou efeito benéfico, a não ser para o solo PVls, como indica a Tabela IV. Apesar do solo LR evidenciar efeito significativo para a localização do fertilizante (Tabela VI), verifica-se que este resultado foi negativo, com a diminuição de 6 t cana/ha.

Os fatos observados contrariam diferentes pesquisadores - HUMBERT(10) e ORLANDO Fº et alii (15), que encontraram vantagens na adubação em profundidade. Por outro lado, pode-se notar pela Tabela III as altas precipitações, estranhamente ocorridas no inverno, as quais proporcionaram condições para que as raízes se desenvolvessem superficialmente e com isto aproveitassem os fertilizantes ali colocados, o que está em concordância com os trabalhos apresentados por JACOB & UEXKULL(11) e WOOD & WOOD(22).

O nitrogênio apresentou reação para todos os ensaios (tabelas IV e V) e esta resposta foi linear, para o desdobramento da análise estatística, como indica a Tabela VI.

Tabela IV. Produção da soqueira, variedade CB41-76, em t cana/ha para os diferentes tratamentos estudados.

Tratamentos	t cana/ha				
	LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
L_0	86	90	53	61	67
L_1	84	86	54	68	61
N_0	77	82	48	58	57
N_1	82	87	53	67	63
N_2	89	90	57	67	68
N_3	91	95	59	68	68
P_0	85	86	52	62	59
P_1	85	92	56	67	69
K_0	75	79	47	60	66
K_1	88	88	53	64	61
K_2	93	99	62	70	66

L_0 = em superfície L_1 = em profundidade.

Tabela V. Análise de variância para as produções em t cana/ha apresentando os valores do teste F e o coeficiente de variação para os cinco solos estudados.

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
L	1	0,76	3,22	0,23	9,02**	5,84*
N	3	5,56**	5,50**	4,01*	4,10*	3,64*
P	1	0,03	7,70*	2,16	4,68*	11,45**
K	2	15,19**	26,73**	11,72**	8,53**	1,51
N x P	3	1,85	5,81**	1,62	0,83	0,22
N x K	6	1,49	0,78	0,62	1,98	1,25
P x K	2	1,76	0,40	0,13	0,93	0,28
N x L	3	2,43	1,46	0,32	2,27	1,96
P x L	1	0,26	2,05	0,09	0,78	1,93
K x L	2	0,62	1,13	1,07	0,10	0,28
C.V.%	-	11,27	9,01	15,70	11,17	14,48

* Significativo a 5%.   ** Significativo a 1%.

A dosagem de 180 kg N/ha é bem maior do que a preconizada por ORLANDO Fº (13), ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR. (14) e ESPIRONELO (7). Esse comportamento, de alta reação ao nitrogênio em soqueiras, estaria de acordo com JACOB & UEXKULL (11), GEUS (9), HUMBERT (10) ZAMBELLO JR. et alii (24), que observaram a maior exigência apresentada pela cana-soca.

A adubação fosfatada provocou, via de regra, aumento da produção (Tabela IV), a não ser para o ensaio LE(I) sob efeito da irrigação. Os valores do teste F encontram-se na Tabela VI e evidenciam diferenças significativas para os solos LE, PVls e LR. Os solos, antes de receberem a adubação de 100 kg P_2O_5/ha no plantio, encontravam-se em classe de fertilidade (Tabela I) inferior ou igual ao nível crítico proposto por BITTENCOURT et alii (1), e a reação de 45 kg P_2O_5/ha para a soqueira, estaria em concordância com SAMUELS & LANDRAU JR. (17), MOHAN RAO et alii (12) e HUMBERT (10).

Nada se observou com respeito à interação entre as doses de fósforo e a localização do mesmo (Tabela V) como seria lícito esperar-se face aos comentários de HUMBERT (10).

As maiores reações foram para o potássio (Tabela V, valores de F), onde apenas para o solo Latossol Roxo (cujo teor de K no plantio era de 196 ppm) não foram registradas diferenças significativas, (Tabela V) - SAMUELS & LAN-

Tabela VI. Desdobramento da análise de variância realizada para as produções em t cana/ha apresentando os valores do teste F e os parâmetros da regressão linear (1) para os cinco solos estudados.

Desdobramento	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N'	1	15,84**	16,11**	11,44**	8,32**	9,12**
a	-	0,0819	0,0688	0,0614	0,0447	0,0601
b	-	77,54	82,16	48,22	60,52	58,53
N''	1	0,66	0,02	0,57	3,11	1,68
N'''	1	0,16	0,37	0,04	0,87	0,12
K'	1	29,10**	53,38**	22,62**	16,98**	0,05
a	-	0,1013	0,1142	0,0788	0,0583	-
b	-	75,79	78,07	46,66	59,29	-
K''	1	1,28	0,09	0,82	0,08	2,96

* Significativo a 5%. ** Significativo a 1%.

(1) na regressão linear, y = t cana/ha e x = kg de nutriente/ha

$$y = ax + b.$$

DRAU JR.(18) apresentaram um aumento da resposta ao potássio com o avançar dos ciclos da cana-de-açúcar.

O desdobramento da análise estatística é apresentado na Tabela VI. Para os quatro ensaios com reação ao K notam-se os valores significativos do teste F para a equação linear.

Os resultados em percentagem da pol da cana não acusaram diferenças estatisticamente significantes, de maneira que os dados foram trabalhados diretamente para quantidades de açúcar por área (t pol/ha). A Tabela VII apresenta esses resultados.

A reação ao nitrogênio foi semelhante a das produções agrícolas - (Tabela VIII), somente para o solo LR onde o efeito, significativo a 5%, passou a não significativo devido à interação t cana/ha x % pol da cana. Para os demais,

Tabela VII. Produção da soqueira, variedade CB41-76, em t pol/ha para os diferentes tratamentos estudados.

Tratamentos	t pol/ha				
	LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
L_0	10,58	11,79	7,81	9,84	9,24
L_1	10,29	11,24	7,76	10,29	8,31
N_0	9,31	10,48	6,94	9,21	8,51
N_1	10,28	11,43	7,46	10,40	8,80
N_2	11,06	11,73	8,28	10,09	8,83
N_3	11,11	12,42	8,36	10,56	8,96
P_1	10,50	11,06	7,55	9,84	8,29
P_2	10,38	11,96	8,05	10,28	9,27
K_0	9,54	10,68	6,88	9,29	9,05
K_1	10,72	11,34	7,63	10,02	8,32
K_2	11,06	12,53	8,90	10,88	8,97

L_0 = em superfície L_1 = em profundidade.

Tabela VIII. Análise de variância para as produções em t pol/ha apresentando os valores do teste F e do coeficiente de variação para os cinco solos estudados.

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
L	1	0,72	2,75	0,07	3,17	6,49*
N	3	6,35**	6,00**	3,89*	5,70**	0,26
P	1	0,14	7,56*	2,18	3,06	7,23*
K	2	7,65**	10,87**	12,26**	13,26**	1,62
N x P	3	2,06	6,31**	0,97	0,49	0,80
N x K	6	1,37	1,03	0,91	1,37	1,06
P x K	2	2,37	0,07	0,15	0,59	0,96
N x L	3	1,85	1,14	0,45	1,86	2,35
P x L	1	0,85	2,65	0,04	0,04	1,72
K x L	2	0,22	0,51	2,60	0,22	0,44
C.V.%	-	11,08	9,88	14,89	8,71	14,43

* Significativo a 5%. ** Significativo a 1%.

o efeito continuou sendo linear conforme mostra a Tabela IX.

O fósforo teve sua reação diminuída para o solo PVls, onde a diferença de 440 kg de açúcar/ha (Tabela VII) passou a ser não significativa - (Tabela VIII).

O elemento potássio continuou a apresentar as maiores reações (tabelas VII e VIII), e seu efeito foi linear para as doses estudadas de até 180 kg K_2O/ha, como demonstra o desdobramento da análise estatística apresentada na Tabela IX.

Tabela IX. Desdobramento da análise de variância realizada para as produções em t pol/ha apresentando os valores do teste F para os cinco solos estudados.

Desdobramento	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N'	1	17,02**	17,34**	10,73**	10,89**	-
N''	1	1,90	0,16	0,80	2,05	-
N'''	1	0,12	0,49	0,12	4,15	-
K'	1	13,87**	21,17**	24,00**	26,46**	-
K''	1	1,42	0,56	0,52	0,06	-

* Significativo a 5%.
** Significativo a 1%.

A observação da Tabela X evidencia que, de modo geral e nas condições do ensaio, a localização em profundidade não apresentou vantagens nas produções agrícola e de açúcar. Uma hipótese apresentada seria a de que não houve déficit hídrico no solo e a colocação do fertilizante em profundidade não trouxe benefícios, além de ser uma operação mais demorada, exigindo equipamento de maior potência e consumindo mais combustível por hectare.

A reação ao fósforo persistiu na análise do rendimento agrícola, o mesmo não acontecendo para t pol/ha.

O nitrogênio e o potássio foram os elementos de maior resposta, patenteando que quantidades maiores de fertilizantes do que as recomendadas por ORLANDO Fº(13) e ESPIRONELLO(7), podem ser realizadas com sucesso.

Tabela X. Análise de variância conjunta para os cinco solos estudados apresentando os valores do teste F e coeficiente de variação para as produções obtidas em t cana/ha e t pol/ha.

Causa de variação	G.L.	Valores de F	
		t cana/ha	t pol/ha
Solos (S)	4	8,25**	4,89**
N	3	49,40**	18,27**
P	1	8,48*	7,45
K	2	11.49**	10,50**
L	1	0,25	1,47
N x P	3	2,64	1,70
N x K	6	2,11	1,56
N x L	3	0,33	0,23
P x K	2	0,20	0,18
P x L	1	0,59	0,10
K x L	2	0,46	0,72
N x S	12	0,43	0,92
P x S	4	2,06	1;84
K x S	8	3,98**	2,91**
L x S	4	4,07**	2,50*
N x P x S	12	1,48	1,92*
N x K x S	24	0,99	1,01
N x L x S	12	1,98*	1,82
P x K x S	8	0,87	1,02
P x L x S	4	1,10	1,42
K x L x S	8	0,77	0,89
C.V.%	-	12,00	11,60

* Significativo a 5%. ** Significativo a 1%.

CONCLUSÕES

Dentro das condições em que se desenvolveram os ensaios e do que foi discutido, pode-se concluir que:

. A localização dos fertilizantes em profundidade não proporcionou benefício para as produções agrícola ou de açúcar por área, com exceção para o solo Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras.

. A soqueira, da variedade CB41-76, reagiu linearmente, em termos de produtividade, com as dosagens até 180 kg N/ha, para todos os solos estudados.

O fósforo provocou aumento da produção agrícola para os solos Latossol Vermelho Escuro-orto, Latossol Roxo e Podzólico Vermelho Amarelo - var. Laras e elevou a produção de açúcar por área para os dois primeiros solos.

Encontrou-se resposta linear para os rendimentos agrícolas e de açúcar por área da soqueira até a dosagem de 180 kg K_2O/ha,com exceção do solo Latossol Roxo.

. A irrigação não apresentou benefício para a soqueira da variedade CB41-76 cultivada em solo Latossol Vermelho Escuro-orto.

SUMMARY

Trials were set up in four great soil groups: latosol B "terra roxa" (LR), red yellow latosol-sandy phase (LVa), red yellow podzolic Laras variation (PVls), and ortho dark red latosol (LE), with the aim of studying N, P and K fertilization in sugarcane ratoons, variety CB41-76. In soil (LE) the sugarcane crop was cultivated with and without irrigation, in two trials.

The statistical design was N x P x K x L, 4 x 2 x 3 x 2 complete factorial, where "L" represents fertilizer placement on the ratoon crop (surface and sub-surface).The dosages applied were 0-60-120-180 kg N/ha, 0-45 kg P_2O_5/ha and 0-90-180 kg K_2O/ha.

Sub-surface placement of fertilizers did not increase production, as expressed by t cana/ha and t pol/ha, except for PVls soil.

Nitrogen and potassium reacted in a linear manner, within the dosages studied, except for potassium in LR soil.

Phosphorus caused significant production increases in terms of t cane/ha for LE, LR and PVls soils and also increased sugar yields as expressed in t pol/ha for the first two soils.

Irrigation did not increase yields of variety CB41-76 ratoon crops, when grown in LE soil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITTENCOURT, V.C.; ORLANDO Fº, J. e ZAMBELLO JR., E. Determination of the available soil phosphorus for sugarcane in tropic-l soils extracted with H_2SO_4 0,5 N. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16.,São Paulo, 1978. p.1175-1186.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura. Comissão de Solos.Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo; Contribuição à carta de Solos do Brasil. Rio de Janeiro, 634p.,1960. (Boletim Técnico, 12).
3. ______. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos Solos do Nordeste do Estado do Paraná; Informe preliminar. Curitiba, 144p., 1971. (Boletim Técnico, 16).
4. BUCCHANAN, E.J.Direct sampling and analysis of individual consignements. South Afr. Sugar J., 50(11);1049-1059, 1966.
5. CATANI, R.A. & JACINTHO, O. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ/USP, 57p., 1974. (Bol.Científico; 37).
6. CONOVER, W.J. Practical nonparametric statistics. New York, John Wiley.462p.,1971.
7. ESPIRONELO, A. Adubação da cana-de-açúcar. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 34p., 1979. (Boletim Técnico,118).

8. FRANÇA, F.V. & FREIRE, O. Estudo agrotécnico das terras da Usina São José; levantamento semi-detalhado dos solos da Usina São José. Piracicaba, ESALQ/USP. 275p., 1976.

9. GEUS, J.G.de. Fertilizer guide for tropical and sub tropical farming. Zurich, Center d'Etude de l'Azote. 277p., 1967.

10. HUMBERT, R.P. El cultivo de la caña de azúcar. México,Continental, 719p., 1974.

11. JACOB, A. & UESKULL, H. von. Fertilización; nutricion y abonado de los cultivos tropicales. Amsterdam, IHM,626 p., 1961.

12. MOHAN RAO, N.V.; RAMARAO, G. & JAGANNADHA RAO, E. Studies on sugarcane ratoons. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 9., New Delhi. p. 233-254, 1956.

13. ORLANDO Fº, J. Cana-de-açúcar; recomendação de adubação mineral para o Estado de São Paulo. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro. 86(6): 9-12, 1975.

14. ORLANDO Fº, J. & ZAMBELLO JR., E. Influência varietal na adubação nitrogenada em soqueiras de cana-de-açúcar. Bol. Téc. PLANALSUCAR, série A, 1(1):25-50, 1979.

15. ORLANDO Fº, J.; ZAMBELLO JR., E. & COLLETTI, T. Localização do fertilizante em soqueira de cana-de-açúcar; estudo preliminar. Bol.Tec. PLANALSUCAR, Série A 1(1): 3-24, 1979.

16. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental.6. ed. São Paulo, Nobel. 430p., 1976.

17. SAMUELS, S. & LANDRAU JR., P. The response of sugarcane to fertilizers. 1. The arecibo cycle, 1944.1950. J. Agr. Univ. P. Rico.Rio Piedras, 36(3):203-229, 1952.

18. ______. The influence of potassium on the yield and sucrose content of sugarcane. J. Agr. Univ. P. Rico. Rio Piedras, 38(4):170-178,1954.

19. SEITEC Projetos e Desenvolvimento. Anteprojeto da Estação Central Sul. São Paulo. Cap. 1 e 2, 42p., 1973.

20. SLATYER, R.O. Methodology of a water balance study conducted on a desert woodland(*Acacia anema* F., Moell) community in Central Australia. UNESCO Arid Zone Res., 16: 15-26., 1967.

21. SOUSA, J.A.G.C. Recomendações para a cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Araras, IAA/PLANALSUCAR 24p., 1976. (Boletim Técnico, 1).

22. WOOD, G.H. & WOOD, R.A. The estimation of cane root development and distribution using radiophosphorus. Proc. South Afr. Sugar Tech. Ass., apr. p.1-8. 1967.

23. ZAMBELLO JR., E. Aplicação do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação para diferentes Solos e Épocas de Amostragem foliar em soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba. ESALQ/USP, 95p. (Tese de Mestrado), 1980.

24. ZAMBELLO JR., E.; ORLANDO Fº, J.; COLLETTI, J.T. & ROSSETTO, A.J. Adubação de soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) cultivadas em Terra-Roxa Estruturada no Estado de São Paulo. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 89(3):11-17, 1977.

PERSPECTIVAS DE TRATAMENTO DO VINHOTO COM BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

2.ª Parte

*Carlos Alberto Branco Dias

No presente número, é apresentado a 2.ª e última parte do trabalho iniciado na edição de setembro passado.

Na 1.ª parte os assuntos estudados podem ser resumidos nos seguintes itens:

- *Proálcool e geração crescente de vinhoto;*
- *Excesso de produção a ser disposta nos corpos receptores e suas implicações ambientais;*
- *Legislação de proteção ambiental aplicável ao problema;*
- *Possibilidade de tratamento e eficiência requerida para o processo;*
- *Alternativa viável — simplicidade e economia de investimentos e operacional;*
- *Processo anaeróbico — exemplificação numérica — pré-dimensionamento e "lay-out" básico,*
- *Bibliografia.*

No presente número, dando continuidade e conclusão ao assunto, serão enfocados os seguintes itens:

- *Fatores intervenientes no processo;*
- *Eficiência provável da atividade metanogênica;*
- *Captação, purificação e reservação;*
- *Possibilidade de aproveitamento para geração de energia elétrica (benefício adicional);*
- *Depuração biológica e tratamento conjunto com efluentes sanitários (benefício ambiental);*
- *Determinação preliminar de uma relação benefício/custo para o exemplo apresentado;*
- *Caracterização preliminar do balanço energético para o exemplo apresentado;*
- *Conclusão.*

Para o pré-dimensionamento anteriormente feito, o tempo de detenção razoavelmente grande obtido (142 dias) conquanto implique em maior volume para o reator biológico anaeróbio, proporciona, provavelmente, uma otimização do processo metonogênico.

Com relação ao desempenho da solução proposta, 3 parâmetros de eficiência, a nosso ver, permitirão caracterizar a mesma, ou seja:

1 — quantidade de gás produzido por unidade de tempo;

2 — composição volumétrica do gás produzido;

* Engenheiro Civil
— Pós-Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ.
— Consultor em Controle de Poluição das Águas.

3 — percentagem de remoção da DBO.

Os dois primeiros serão condicionantes dos denominados "benefícios adicionais" e o último será condicionante do denominado "benefício ambiental".

Estes 3 parâmetros estão provavelmente vinculados a determinadas variáveis de projeto e operação, que são principalmente as seguintes:

— carga orgânica volumétrica
— tempo de detenção
— temperatura
— pH
— presença de substâncias tóxicas.

É oportuno que se façam, neste ponto, considerações em relação a algumas destas variáveis.

Conforme já estudado por diversos pesquisadores, o processamento anaeróbico de um despejo orgânico complexo, é caracterizado por 2 estágios. Num primeiro estágio, os complexos orgânicos afluentes consistindo de proteínas, carboidratos e gorduras sofrem uma fermentação ácida. Esta converte cerca de 35% do material orgânico em ácidos orgânicos como o propiônico e o acético. Os outros 65% do material são convertidos em álcoois, aldeídos e ácidos graxos.

Estas percentagens dependem da composição do despejo e variarão fortemente para despejos contendo diferentes compostos orgânicos. Na fase inicial de fermentação ácida é muito pequena a estabilização do material orgânico. A energia perdida pelo sistema é pequena porque a maior parte da energia produzida pelo metabolismo bacteriano é usada para síntese de material orgânico sob a forma de protoplasma.

Em um 2.° estágio, os produtos finais do primeiro sofrem uma fermentação metânica. Neste estágio, o dióxido de carbono atua como aceptor de hidrogênio e é reduzido a gás metano. É a produção e liberação de gás metano que resulta na estabilização do material orgânico. O metano é insolúvel e conseqüentemente é perdido pelo sistema.

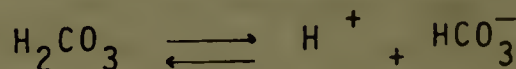
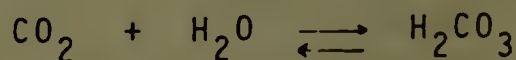
Geralmente quando um processo anaeróbico recebe altas taxas de carregamento, há uma tendência para aumento dos ácidos orgânicos, voláteis no sistema, segundo Pfeffer; entretanto as condições de projeto devem ser tais que evitem esta ocorrência.

Nesta condição, se o sistema puder ser operado, por um tempo suficiente, tal que os ácidos sejam fermentados tão logo eles sejam produzidos, o processo funcionará sem problemas operacionais.

Nestes casos os tempos de detenção são geralmente fator limitante. No caso em estudo em que o dimensionamento proposto acarreta uma elevada taxa de carregamento, provavelmente o tempo de detenção é fator limitante, e portanto o valor encontrado para o mesmo permite adquirir que sob este aspecto não haveriam maiores problemas para operação do processo. Pfeffer afirma ainda que se o despejo contém quantidades significativas de substâncias biologicamente resistentes, a hidrólise deste material será o fator limitante e conseqüentemente tempos mais longos serão necessários para obter o mesmo grau de estabilização do despejo.

Relativamente ao pH, sabe-se que os ácidos orgânicos produzidos a partir da hidrólise dos compostos orgânicos, tenderão a produzir uma depressão nos níveis do pH do sistema. Segundo as pesquisas já desenvolvidas, sabe-se que existe uma faixa ótima para o pH, correlata ao desenvolvimento das bactérias metanogênicas, a qual situa-se aproximadamente entre 7,0 e 7,2. As bactérias metanogênicas são extremamente sensiveis a variação do pH. A queda do pH no sistema dependerão também da proporção de Co2 produzido e de sua pressão parcial. No caso em apreço, tendo em vista que a lagoa será provida de cobertura, o que impede a dimensionação do gás para a atmosfera, haverá uma maior solubilidade do gás na massa líquida, induzindo a formação de ácido carbônico e sua respectiva ionização conforme a seguir apresentado.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

O cátion hidrogênio será basicamente o responsável pelo decréscimo do pH. Entretanto se bem operado, o sistema desenvolverá um efeito de tamponamento a partir de uma outra importante reação que ocorre no processo anaeróbio a qual é resultante da liberação de amônia pelas proteínas presentes. Esta amônia é hidrolizada para formar hidróxido de amônio,

o qual se ioniza da mesma forma que o ácido carbônico

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

A união do íon bicarbonato com o íon NH4 dá origem ao bicarbonato de amônia que tem efeito tampão no processo.

Verifica-se portanto que no caso em estudo, as lagoas comportar-se-ão semelhantemente aos digestores convencionais primários (fechados) e conseqüentemente terão uma capacidade de tamponamento maior que as lagoas convencionais (descobertas).

O material orgânico afluente, apresenta segundo análise do INT, pH igual a 4,0, valor sensivelmente baixo, requerendo portanto cuidados, de forma a minimizar os possíveis efeitos adversos sobre o equilíbrio do processo. No caso estudado entretanto, o grande volume da lagoa em relação a vazão, permite uma considerável diluição do vinhoto afluente, minimizando portanto os efeitos adversos, acima referidos. Deve-se considerar ainda outras alternativas operacionais, sendo as duas seguintes, as mais importantes:

1) considerando-se que a unidade anaeróbia seria a primeira de uma associação em série, haveria a possibilidade de se proceder:

a) a recirculação do efluente final para a unidade primária;
b) o transporte de biomassa da unidade final para a unidade primária.

2) dependendo de determinados condicionantes locais, poderia ser feita a introdução de esgoto sanitário "in natura" na unidade considerada.

Relativamente ao aspecto de inibição do processo, segundo estudos feitos por Mc Carty, a fermentação anaeróbica é particularmente sensível a presença de alguns cátions, que dependendo da concentração em que estejam presentes, podem agir de 3 formas diversas em relação a cinética do processo, ou seja:

— estimulantes;
— moderadamente inibidores;
— fortemente inibidores.

No QUADRO I a seguir apresentado estão indicadas as referidas concentrações.

QUADRO I

Cation	Estimulante	Moderadamente Inibidor	Fortemente Inibidor
Sódio	100 - 200	3.500 - 5.500	8.000
Potassio	200 - 400	2.500 - 4.500	12.000
Cálcio	100 - 200	2.500 - 4.500	8.000
Magnésio	75 - 150	1.000 - 1.500	3.000

(Em mg / l)

Existem 5 tipos principais de inibidores:

1) cations alcalinos e alcalino-terrosos
2) metais pesados
3) amônia
4) sulfetos
5) alguns compostos orgânicos.

Pela observação da análise feita pelo INT, constata-se que, para os 4 cátions

acima referidos, a situação mais crítica é a relativa ao potássio, que sob a forma de K 20, apresentou uma concentração média de 6.800 mg/l o que corresponde a uma concentração de 5.643 mg/l do íon potássio, situada na faixa de efeito tendendo a fortemente inibidor.

Quanto aos metais pesados, os mais conhecidos por seus efeitos tóxicos sobre o processo anaeróbio, são o cobre, o zinco e o níquel. A toxicidade deles está diretamente ligada a sua presença sob a forma solúvel, o que normalmente não ocorre, uma vez que geralmente eles dão origem a sais insolúveis reagindo com hidróxidos, carbonatos, etc. Entretanto se sua concentração for muito elevada, poderá haver a ocorrência de formas solúveis com os conseqüentes efeitos tóxicos. No caso presente, a análise acima referida, indicou a presença de cobre sob a forma de traços. Portanto é de se presumir que não ocorrerão problemas causados por metais pesados. As considerações resumidamente feitas, permitem admitir não existirem problemas graves, quanto a efeitos tóxicos de substâncias presentes no vinhoto, para o processo anaeróbio e em particular as bactérias metanogênicas. Entretanto, julga-se aconselhável a realização de observações em escala piloto e em escala real dos efeitos das substâncias presentes, especialmente as enquadráveis nos 5 itens anteriormente referidos. Com base nestas observações poderão ser melhor avaliados eventuais efeitos inibidores e métodos adequados de controle. Acredita-se ainda que, em caráter preliminar, para o referido controle, seriam válidas as alternativas propostas relativamente ao problema de controle do pH no reator anaeróbico.

A produção de gás, conforme já ressaltado está vinculada a diversos parâmetros de projeto e operação, sendo um dos mais importantes, a temperatura. Muitos pesquisadores têm estudado a influência deste fator sobre a produção de gás. Babbitt propôs uma fórmula, a seguir apresentada, que vincula a temperatura a produção de gás, ou seja:

$$q = 16\,t + 285$$

sendo:

t a temperatura em °C

q a produção de gás em litros/ /kg matéria volátil

considerando-se um processo desenvolvido com a temperatura de 30°C, tem-se: $q = 16 \times 30 + 285 \therefore q = 765$ litros/kg. Por outro lado, pela análise feita, a concentração média de sólidos voláteis e de 51.000 mg/l = 51 Kg/m³. Sendo a vazão média diária de 600 m³/dia, o fluxo de sólidos voláteis em 1 dia será 30.000 Kg, e conseqüentemente a produção provável será: q' = 765 l/Kg × 30.600 Kg/d = ... 23.409.000 l/d = 23.409 m³/dia.

Julga-se entretanto, muito otimista o valor obtido por intermédio desta fórmula. Segundo estudos de Ort, foi possível obter gás metano relativamente puro, através a utilização de digestores pressurizados, trabalhando com uma pressão entre 2 e 5 atmosferas. Nestas condições, a produção de metano foi da ordem de 0,22 m³/Kg de sólidos orgânicos afluentes. Embora estas condições não sejam as previstas para operação, no caso exemplificado, é válida a aplicação da taxa indicada, para fins indicativos de ordem de grandeza. Assim sendo, no caso em estudo a massa de sólidos orgânicos afluentes por dia seria de 30.600 Kg, o que conduziria a uma produção diária de: ..... 30.600 Kg/d × 0,22 m³/Kg = 6.732 m³.

Considerando-se no presente caso, uma destilaria com capacidade de produção de 120.000 l/dia, e admitindo-se que metade do vinhoto foi encaminhado para tratamento, pode-se admitir que a produção de metano equivaleria ao produzido em uma destilaria com capacidade de 60.000 l/dia em que todo o vinhoto seja utilizado para tratamento. Neste caso, segundo estudos do INT, a produção diária de metano seria de aproximadamente 3.150 m³. Para estas condições, a carga poluidora equivalente seria:

$$600\ m^3/d \times 25\ Kg/m^3 = 15.000\ Kg/d.$$

A carga em equivalentes populacionais seria:

$$EP = \frac{15.000\ Kg/d}{0{,}054\ Kg/hab/d} = 277.777\ hab$$

Segundo dados de autoria de Imbaff, para unidades de tratamento a nível primário recebendo esgotos sanitários comuns, a produção média esperada de gás

(mistura) é de 20 l/hab/dia. Para o caso em estudo ter-se-ia:

277.777 hab × 20 l/hab/dia
= 5.555.540 l/dia
= 5.555 m^3/dia.

Considerando-se ainda uma percentagem em volume de metano na mistura, da ordem de 60%, a produção média diária de metano seria de:

5.555 m^3/dia × 0,6 = 3.333 m^2/dia,

valor este compatível com o obtido pelo INT. Os diversos resultados obtidos podem ser resumidos no QUADRO II a seguir apresentado:

QUADRO II

Critério	Produção Prevista (m^3 / dia)
BABBITT	23.409
ORT	6.732
INT	3.150
IMHOFF (E.POP.)	3.333

Tendo em vista o quadro apresentado, pode-se admitir que em sistemas adequadamente projetados, construídos e operados, a produção média diária provável será de 3.500 m^3/dia, para um vinhoto com características quantitativas e qualitativas semelhantes ao do exemplo apresentado.

Captação — purificação — reservação

Todas as unidades deverão dispor de um sistema de cobertura, que construtivamente poderá ser feita de diversas formas, desde as mais simples que seriam constituídas por uma lona inflável de material adequado, e ancorada ao longo do dique da lagoa, até sistemas mais complexos constituídos por coberturas fixas, executadas em materiais e estruturas específicas para tal. A escolha da solução mais adequada somente poderá ser feita em função das condicionantes de cada caso. O gás produzido deverá ser majoritariamente metano (no gás obtido de esgotos sanitários, sua percentagem varia em torno de 67%). Em proporções, que nas atuais circunstâncias não podem ainda ser previstas, deverão estar presentes também na mistura outros gases, particularmente o dióxido de carbono (CO_2) e o gás sulfídrico (H_2S).

Este último está vinculado a presença de sulfato no afluente, que segundo a análise já referida, tem sua concentração variando de 0,37 a 0,81%. No gás de esgotos sanitários, a presença de H_2S na composição volumétrica é da ordem de 0,01%.

Dependendo da composição volumétrica do gás obtido, poderia ser aconselhável a instalação de dispositivos de purificação para remoção do CO_2 e do H_2S.

O H_2S quando presente em teores acima de 0,015% deve ser removido de forma a prevenir o seu efeito corrosivo sobre partes importantes do equipamento utilizado. O dispositivo de remoção é relativamente simples. Em alguns casos poderá ser aconselhável também a remoção de CO_2, principalmente pelo fato do referido gás não ter interesse sob o ponto de vista energético. A sua remoção também pode ser feita de forma simples.

Nesta etapa portanto, será feita a captação e eventual purificação do gás, seguindo-se o seu encaminhamento para a unidade de reservação.

Segundo Azevedo Netto, em conseqüência das variações que se verificam na produção de gás, deve-se prever uma reserva adequada nas instalações destinadas ao seu aproveitamento permanente. Os gasômetros empregados para esta finalidade funcionam como verdadeiros volantes estabelecendo o equilíbrio entre a produção e o consumo. Segundo ainda o

mesmo autor, quando se espera aproveitar praticamente todo o gás produzidò em uma instalação, recomenda-se armazenar o volume médio diário. No caso exemplificado, em conseqüência, deveria ser considerado um volume de reservação de 3.500 m³ o qual poderia possivelmente ser dividido em 2 unidades com capacidade de 1.750 m³ cada uma.

Esta reservação poderia basicamente ser feita nos denominados gasômetros de baixa pressão, os quais podem assegurar uma pressão uniforme nos limites de sua capacidade útil.

Obviamente toda a parte da instalação que estiver vinculada ao manuseio do gás (gasômetros, etc.) deverá dispor de dispositivos de segurança e aparelhos acessórios. Entre os dispositivos de segurança mais importantes podem ser citadas, as válvulas limitadoras de pressão e quebradoras de vácuo e os cortadores de chamas.

No presente trabalho considera-se como benefício adicional, a obtenção do metano e a possibilidade de seu uso sob diversas formas.

Os principais usos são:

1) produção de gás combustível para fins domésticos
2) produção de gás para fornos industriais
3) acionamento de veículos
4) produção de energia elétrica a partir de motores fixos, turbinas e outros equipamentos
5) utilização em processos químico-industriais de síntese.

O benefício adicional que será objeto de análise no presente trabalho é aquele vinculado a produção de energia elétrica, e que será estudado em maiores detalhes. Considera-se entretanto que todos os 5 usos apresentam perspectivas favoráveis, sendo particularmente promissor o último citado na listagem acima.

Antes do estudo do benefício adicional acima referido, julga-se oportuno algumas considerações sobre o benefício ambiental previsto.

Este é basicamente decorrente da redução da carga poluidora do vinhoto obtida na lagoa anaeróbia. A carga poluidora remanescente, entretanto ainda será considerável, o que indica a necessidade de ser procedida uma outra etapa de processamento do vinhoto, o que segundo nosso ponto de vista poderá ser feito com a utilização de lagoa(s) facultativa(s) colocadas em série com a(s) unidade(s) anaeróbia(s) constituindo assim o denominado sistema australiano. Opcionalmente poderia ser ainda prevista a instalação de lagoa(s) de maturação, nas quais o cultivo, em condições muito favoráveis, de determinadas espécies vegetais, criaria uma fonte suplementar de biomassa vegetal, passível de utilização na unidade(s) anaeróbia(s), isoladamente ou em conjunto com vinhoto. (Fig. 1)

Este benefício ambiental poderá ser ainda mais acrescido, em alguns casos específicos, em que existam próximo a destilaria, cidade, núcleos ou pequenas comunidades. Nesta hipótese o esgoto sanitário originado nestas cidades ou aglomerações, poderá ser encaminhado para tratamento conjunto com o vinhoto, sendo introduzido na própria unidade(s) anaeróbia(s).

O sistema de coleta, seria nesta hipótese, feito de forma mais econômica possível, e segundo nosso entender, com a adoção do critério de concessões técnicas, para elaboração de projeto de redes coletoras conforme delineado em trabalhos de autoria do Prof. Szachna Cynamon da Fundação SESP.

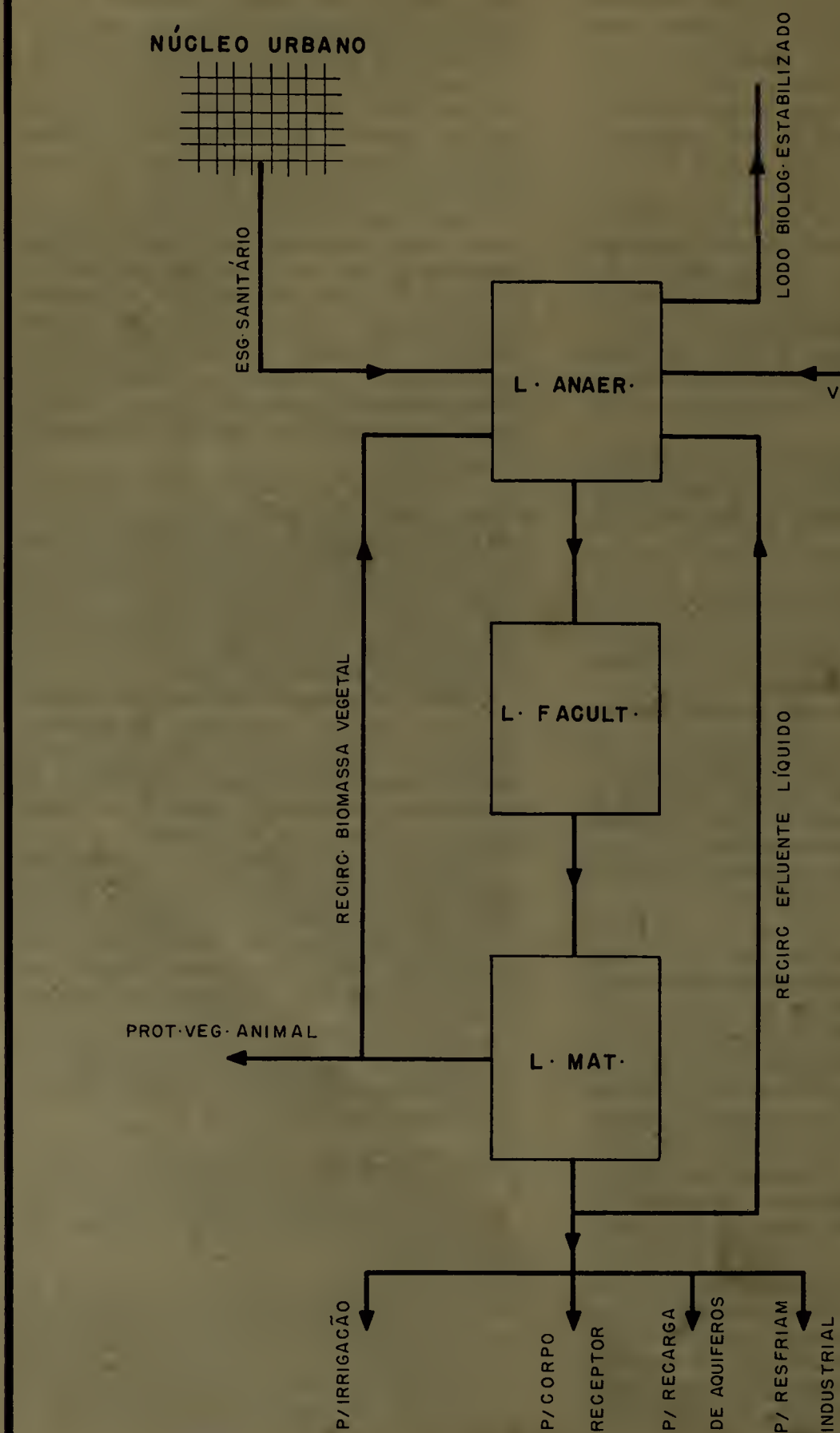
Nesta hipótese estar-se-ia obtendo além de melhores condições de tratabilidade do vinhoto, também uma considerável melhoria nas condições sanitárias da comunidade envolvida, atendendo assim objetivos básicos do PLANASA.

Finalmente, quanto a desvantagem usualmente apontada para as lagoas anaeróbias, ou seja, a produção de odores ofensivos, também neste caso, não constituiria maior problema, tendo em vista principalmente, os seguintes fatores:

1 — elevado tempo de detenção hidráulico, que assegura o completo e equilibrado desenvolvimento do processo anaeróbio

2 — a distância relativamente grande que normalmente existirá entre a(s) unidade(s) anaeróbia(s) e áreas habitadas

3 — a cobertura a ser disposta sobre as referidas unidades para permitir a captação do gás produzido, a qual conseqüentemente evita a disseminação dos mesmos na atmosfera.

FIG - 1
NÚCLEO URBANO
ESG·SANITÁRIO
LODO BIOLOG· ESTABILIZADO
DESTIL·
L · ANAER·
VINHOTO
L· FACULT·
RECIRC· BIOMASSA VEGETAL
RECIRC EFLUENTE LÍQUIDO
PROT·VEG· ANIMAL
L · MAT·
P/IRRIGACÃO
P/CORPO RECEPTOR
P/ RECARGA DE AQUIFEROS
P/ RESFRIAM INDUSTRIAL

Quanto ao equipamento poderia ser basicamente de 2 tipos, dependendo do porte da instalação.

Para pequenas instalações seria aconselhável a adoção de um esquema (Fig. 2) que incluiria:

— caldeira
— turbina a vapor
— condensador
— gerador
— dispositivos acessórios

as principais vantagens deste esquema seriam:

— fabricação nacional
— eficiência térmica e mecânica relativamente altas
— simplicidade de operação e manutenção
— baixo custo de implantação
— pequena área requerida para instalação.

Para instalações de maior porte seria aconselhável a adoção de um esquema que incluiria:

— turbina a gás
— gerador
— dispositivos acessórios.

Podem ser consideradas instalações de maior porte as que apresentam uma potência superior a 3.000 KW.

Prosseguindo com a exemplificação numérica iniciada na 1ª parte do presente trabalho (setembro 1980), ter-se-ia a seguinte situação:

— produção média diária — ...... 3.500 m^3/dia
— poder calorífico do gás considerado — 8.000 Kcal/m^3
— a produção energética diária será: 3.500 m^3/dia × 8.000 Kcal/m^3
$= 28 \times 10^6$ Kcal/dia
$= 28 \times 10^9$ cal/dia, ou ainda,
$= 28 \times 10^6$ Kcal/dia
$\equiv$ 32.596 Kwh/dia
$\equiv$ 1.358 Kw.

Admitindo-se os rendimentos previsíveis, correspondentes ao esquema da figura 2, tem-se:

η caldeira = 80% η gerador = 98%

η turbina = 50% η outras unid. = 50%

η global = 0,196 = 19,6 $\simeq$ 20%.

Conseqüentemente a potência disponível na saída do gerador será:

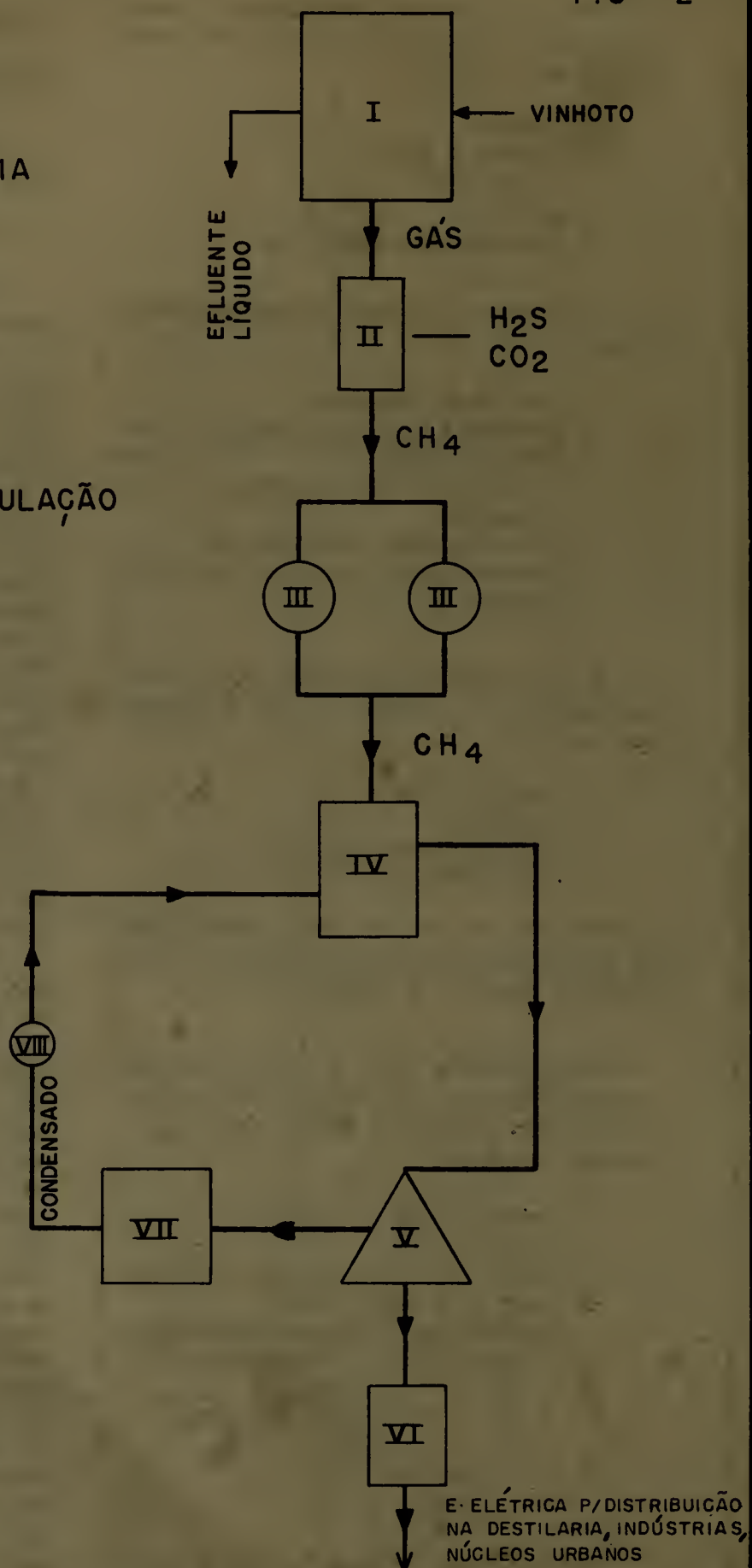
P = 1.358 Kw × 0,2 = 271 Kw.

No presente caso, a instalação seria considerada de pequeno porte.

Sendo disponível para uso 6.504 Kwh/dia, admitindo-se um consumo residencial médio de 1,5 Kwh/dia/hab o sistema teria capacidade para atender .... 4.336 hab.

Verifica-se assim que um sistema conforme o proposto, teria condições de atender um programa de eletrificação de pequenas comunidades. Alternativamente poderia atender a demanda de energia elétrica nas próprias destilarias ou em instalações industriais localizadas em áreas próximas. Em alguns casos, poderia a energia elétrica produzida ser utilizada para acionamento de equipamentos instalados em unidades destinadas a complementação do tratamento inicial feito. Esta hipótese ocorreria quando a inexistência de áreas disponíveis para implantação de lagoas, se acrescentasse a eventual ociosidade da energia produzida.

Relativamente ao aspecto de benefícios adicionais, é oportuno, uma referência a um outro além da energia elétrica, que seria a produção ao longo do tempo na(s) unidade(s) anaeróbia(s) de um lodo de fundo. Este lodo que a determinados intervalos de tempo, deveria ser retirado, é basicamente um lodo biológico, que tem como grande utilidade, o emprego como condicionador de solos podendo portanto ser utilizado com grandes vantagens na própria área de cultivo de cana ou em outras áreas agrícolas próximas. Com objetivo de não estender por demais o presente trabalho, não serão feitas considerações quanto a qualidade do lodo referido, restringindo-se a análise apenas ao aspecto quantitativo. Admitindo-se que seja feita uma coleta de lodo do fundo em períodos de 2 anos, e considerando-se um crescimento dessa camada segundo uma taxa média de 10 cm/

FIG - 2
I - UNIDADE ANAEROBIA
II - PURIFICACÃO
III - RESERVAÇÃO
IV - CALDEIRA
V - TURBINA
VI - GERADOR
VII - CONDENSADOR
VIII - BOMBA DE RECIRCULAÇÃO
I
VINHOTO
EFLUENTE LÍQUIDO
GÁS
II
H_2S
CO_2
CH_4
III
III
CH_4
IV
VIII
CONDENSADO
VII
V
VI
E. ELÉTRICA P/DISTRIBUIÇÃO NA DESTILARIA, INDÚSTRIAS, NÚCLEOS URBANOS

/ano, tem-se h = 10 cm/ano × 2 anos = 20 cm.

A = área total das lagoas = 4,26 Ha = 42.600 m^2

volume a cada 2 anos = A × h = ... 42.600 m^2 × 0,2 m = 8.520 m^3 ou volume anual = 4.260 m^3.

Passa-se neste ponto ao estudo econômico-financeiro e ao balanço energético do sistema proposto. O estudo econômico-financeiro, será feito, através a definição de uma relação benefício/custo.

O benefício para este fim, seria quantificado apenas em função da produção de energia elétrica e da preservação da pesca.

Quanto a pesca, foi admitido que a redução da carga poluidora lançada em um rio funcionando como corpo receptor, proporcionaria uma maior produtividade que em termos médios se faria sentir em uma distância de até 5 km a jusante do ponto de lançamento. O aumento da produtividade seria da ordem de 50 kg/dia/ /quilômetro.

A quantificação foi feita para período de 1 ano, considerados os valores monetários atuais (admitiu-se o período de funcionamento das lagoas igual a 200 dias/ano).

Benefícios Considerados

Energia elétrica = 6.504 kwh/dia × 200 dias/ano = 1.300.800 Kwh/ano.

Cr$ 2,00/kwh × 1.300.800 /kwh/ano = Cr$ 2.601.600,00/ano.

Preservação da pesca — 50 kg/dia/ /km × 5 km = 250 kg/dia

250 kg/dia × 365 dias/ano = 91.250 kg/ano

Cr$ 50,00/kg × 91.250 kg/ano = ... Cr$ 4.562.500,00/ano.

Custos da Implantação
(Incluindo mão-de-obra, materiais, etc.)

Lagoa de Estabilização Anaeróbia

Para o cálculo do custo de implantação da lagoa anaeróbia foi utilizada uma função de custo definida pelo Engenheiro Eduardo Pacheco Jordão, para cálculo de custo de implantação de diversos tipos de lagoas, e que tem a seguinte forma geral: Cr$ = K pop^n.

Para o caso presente as constantes assumirão os seguintes valores:

K = 1.556
η = 0,556

pop é a população atendida, e no presente exemplo, adotar-se-á a população equivalente ou seja pop = 278.000 hab

logo o custo será

C = 1.556 × 278.000 $^{0.556}$ = Cr$ .... 1.655.383,00 (Jun/75).

Procedendo-se a atualização do custo, com base na UPC, tem-se Cr$ 1.655.383,00 — (UPC = 112,25) $\simeq$ 14.750 UPC.

Adotando-se o valor atual da UPC (setembro 80) = Cr$ 604,83.

Custo atual = 14.750 UPC × Cr$ ... 604,83/UPC = 8.921.242,5 $\simeq$ Cr$ .. 9.000.000,00 = CI_1.

Dispositivo de Captação de Gás

Foi calculado em função da área total de cobertura ou seja a área total das lagoas em paralelo.

S = 4,26 Ha = 42.600 m^2.

Cr$ 600,00/m^2 × 42.600 m^2 = Cr$ .. 25.560.000,00 = CI_2.

Reservação

Supõe-se que seja feita em 2 unidades iguais, cada uma com capacidade para 1.750 m^3. O custo de cada uma é estimado em Cr$ 15.000.000,00.

O custo será:

Cr$ 15.000.000,00 × 2 = Cr$ ...... 30.000.000,00 = CI_3.

Purificação

A eventual necessidade de remoção de CO_2 e H_2S, implicaria na instalação de

equipamentos para tal fim, que tem como custo estimado, o percentual de 10% do custo da reservação ou seja:

Cr$ 30.000.000,00 × 0,1 =
Cr$ 3.000.000,00 = CI_4.

Tubulações e Peças Especiais

Considera-se com o mesmo valor do item anterior:

Cr$ 3.000.000,00 = CI_5.

Conjunto Caldeira-Turbina-Gerador

Apresenta um custo de:
Cr$ 30.000.000,00 = CI_6.

Custo de Operação e Manutenção

O custo anual de operação e manutenção para o sistema de produção, captação, purificação e reservação, pode ser estimado em 1,5% do custo da implantação ou seja:

COM_1 = 1,5% (CI_1 + CI_2 +CI_3 + CI_4)
= 0,015 × Cr$ 67.560.000,00

COM_1 = Cr$ 1.013.400,00.

O custo anual de operação e manutenção para o sistema de geração propriamente dito, pode ser estimado em 2% do custo de implantação ou seja:

COM_2 = 2% (CI_5 + CI_6) = 0,02 ×
Cr$ 33.000.000,00 =
Cr$ 660.000,00.

O custo anual de operação e manutenção será:

Cr$ 1.013.400,00 +
Cr$ 660.000,00 =
Cr$ 1.673.400,00.

Custo da Depreciação Anual

lagoas-vidas útil = 50 anos
— Cr$ 9.000.000,00/50 =
Cr$ 180.000,00

dispositivo de captação = 30 anos
— Cr$ 25.560.000,00/30 =
Cr$ 852.000,00

reservação = 30 anos
— 30.000.000,00/30 =
Cr$ 1.000.000,00

purificação = 30 anos
— Cr$ 3.000.000,00/30 =
Cr$ 100.000,00

tubulações e peças especiais = 30 anos
— Cr$ 3.000.000,00/30 =
Cr$ 100.000,00

conjunto Caldeira-turbo-gerador = 20 anos
— Cr$ 30.000.000,00/20 =
Cr$ 1.500.000,00

Custo Total de Depreciação Anual
= 3.732.000,00

Custo Anual Total
= Cr$ 1.673.400,00
+ Cr$ 3.732.000,00
= Cr$ 5.405.400,00

Custo do álcool que deixa de ser produzido = desprezível

Tem-se em conseqüência, para o período de 1 ano

benefício
= Cr$ 2.601.600,00
+ Cr$ 4.562.500,00
= Cr$ 7.164.100,00

Custo
= Cr$ 3.732.000,00
+ Cr$ 1.673.400,00
= Cr$ 5.405.400,00

benefício/custo
= 1,32.

Balanço Energético

O investimento total é da ordem de Cr$ 100.560.000,00. Adotando-se critéric seguido nos Estados Unidos pode-se considerar 5% do investimento total que no caso é Cr$ 5.028.000,00. Este valor convertido em dólar será igual a US$ 83.800. Considerando-se um equivalente de energia de 12.000 Kcal/dólar investido, tem-se US$ 83.800 × 12.000 Kcal = ...
1.005.600.000 Kcal.

Adotando-se como período de vida

útil de todo o sistema, o menor período verificado nas partes integrantes do mesmo, ter-se-ia o valor de 20 anos. Conseqüentemente, o equivalente energético anual seria de 1.005.600.000/20 = ... 50.280.000 Kcal.

O input energético pode ser considerado apenas o valor acima, tendo em vista que no presente caso as outras parcelas seriam desprezíveis face a este quantitativo.

O output energético é no presente caso a energia elétrica disponível para consumo e que seria equivalente a .... 1.300.800 Kwh ou ainda a 1.117.634.352 Kcal (para 1 ano).

A relação resultante seria:

$$\frac{1.117.634.352 \text{ Kcal}}{50.280.000 \text{ Kcal}} \simeq 20$$

No cálculo do input não foi considerado o consumo da caldeira e da bomba de recirculação, entretanto tal fato não repercute sobre os valores obtidos, tendo em vista que em termos práticos seria provavelmente compensado pela maior produtividade do processo metanogênico, considerando-se os valores conservativos adotados para a mesma.

Como conclusão é de se ressaltar que pelo exposto sumariamente neste trabalho evidencia-se como razoavelmente factível a alternativa apresentada, ressalvando-se entretanto que, tendo em vista o pouco conhecimento relativo ao desempenho dos processos metanogênicos em nosso país, particularmente quanto a sua aplicabilidade ao tipo de efluente considerado, serão necessários estudos e pesquisas mais aprofundadas sobre o assunto, que nesta exposição foram de forma preliminar examinadas.

Bibliografia

A indicada na 1ª parte do trabalho, acrescentando-se ainda:

JORDÃO, Eduardo P. et al — Custos de lagoas anaeróbias, facultativas, aeradas e em série — Revista Engenharia Sanitária — Julho/Setembro, 1975.

MOREIRA, Alberto Lelio — O presente e o futuro do álcool combustível no Brasil — Revista Brasil Açucareiro — Junho 1979.

ORT, J. E. — in "Anaerobic Processes" — Literature Review — WPCF — June 1977.

Eng. Constantino A. Pessoa — Informações Verbais.

Eng. Virgilio C. Dias — Informações Verbais.

Bibliografia

MICROUSINAS E MINIDESTILARIAS

comp. por Maria Cruz
Bibliotecária-Chefe

01 — AGROINDÚSTRIA; Minas, uma opção natural para o açúcar e álcool. *Vida Industrial*, Belo Horizonte, 27 (1):14, jan. 1980.

02 — ÁLCOOL; A implantação de microdestilarias no âmbito do Proálcool. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 12(70):40-1, jan./fev. 1980.

03 — ÁLCOOL de mandioca 10.000/dia hidratado: projeto referência. Brasília, STI/MIC. 1980.

04 — ÁLCOOL em pauta. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 11(69):44-7, nov./dez. 1979.

05 — ÁLCOOL em pauta; minidestilarias. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 11(68):37, set./out. 1979.

06 — BUENO, R. As mini-usinas? In: *Proálcool; rumo e desastre*, Petrópolis, Vozes, 1980. p. 27-31.

07 — EMBRAPA inicia produção de álcool combustível em sua primeira *microusina*. *Embrapa Informativo*, Brasília, (36):1, mar. 1980.

08 — ESTUDO mostra rentabilidade das mini-usinas de álcool de mandioca. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, 19(3):293, jul./set. 1980.

09 — GRANDE, C. D. E já nos credenciamos como grande centro abastecedor de álcool para fins carburantes. *Referência*, Curitiba, 3(10):81-4, abr./jun. 1979.

10 — A INDÚSTRIA de equipamentos tem condições de atender a demanda? *Agricultura de Hoje*, Rio de Janeiro, 5(49):8, jun. 1979.

11 — MANUAL de construção e operação de uma microusina de álcool etílico. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Divisão de Química e Engenharia Química, 1980. 2 v.

12 — MENEZES, T. J. B. de. Macro, mini e microdestilarias. In: *Etanol, o combustível do Brasil*, São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. p. 178-85.

13 — MICRODESTILARIA — pesquisa. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 95(4):14-21, abr. 1980.

14 — MICROUSINAS: Um passo na busca da auto-suficiência. *Embrapa Informativo*, Brasília, (36):3, mar. 1980.

15 — MINI-destilarias. In: *Programa tecnológico industrial de alternativas energéticas de origem vegetal*. Brasília, Secretaria de Tecnologia Industrial, 1979. p. 75-9.

16 — MINIDESTILARIAS de álcool de mandioca. In: *PROÁLCOOL; informações básicas para empresários*. Rio de Janeiro, Comissão Executiva Nacional do Álcool, 1980. p. 27-30.

17 — AS MINI-USINAS de álcool do IPT. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo, Brasília*, 11(69):43-4, nov./dez. 1979.

18 — MINI-usinas no pró-álcool. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, (83):6, nov./dez. 1979.

19 — NEIVA, J. Proálcool: assistência técnica é primordial. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 94(4):18-20, out. 1979.

20 — PENNA, C. Programa do álcool já é uma realidade vitoriosa. *Asplana — Boletim Técnico Informativo*, Maceió, 3(4):41, ago. 1979.

21 — PEREIRA, R. A vez das mini-usinas. *Banas*, São Paulo, 26(1224):11-3, nov. 1980.

22 — PLANÁLCOOL; Governo coordena e financia, iniciativa particular produz. *Comércio & Mercados*, Rio de Janeiro, 14(156):3841, ago. 1980.

23 — PROÁLCOOL: informações ao empresariado. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 35(3):12-31, mar. 1980.

24 — PROÁLCOOL e Procarvão — persistem muitas indefinições; Micro-usinas de álcool: uma solução relegada? *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 34(4):82-3, abr. 1980.

25 — PROÁLCOOL tem primeira minidestilaria autônoma. *O Globo*, Rio de Janeiro, 16, jul. 1980. In: *Noticiário da Imprensa*, IAA/CODACOM, 4: 983, 1980.

26 — PRODUÇÃO de metanol e etanol a partir de madeira especialmente de eucalipto. *Revista de Quimica Industrial*, Rio de Janeiro, 48(571):33, nov. 1979.

27 — PRODUÇÃO de tecnologia; mini-usinas de etanol (até 20.000 litros//dia). In: O Desempenho da Secretaria de Tecnologia Industrial, 1979. p. 69.

28 — RASOVSKY, E. M. Classificação de destilarias; pequenas destilarias industriais. In: *Álcool destilarias*, Rio de Janeiro, IAA, 1973/79, Coleção Canavieira, n. 12.

29 — UMA usina para a produção de álcool a partir da cana e do sorgo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 5(56):69, ago. 1979.

30 — USINAS de álcool; poderão ser implantadas na Amazônia, mas é preciso conter devastação. *Vida Industrial, Belo Horizonte*, 26(5):9-10, maio 1979.

DESTAQUE

BIBLIOTECA DO INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL

LIVROS E FOLHETOS

Por
Ana Maria dos Santos Rosa
Bibliotecária

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade — *A importância do investimento na pesquisa agropecuária*. Brasília, Embrapa-DID, 1980. 36 p. 22cm. (Embrapa-DID, documentos, 5).

O presente trabalho resume as realizações do Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária, criado juntamente com a Embrapa, e que envolve os estados, as universidades e a iniciativa particular e mantém vínculos estreitos com a EMBRATER, responsável pela difusão de tecnologia. Este sistema nos seus sete anos de vida procurou mostrar que os investimentos em pesquisa demanda algum tempo, mas depois de estabelecida produz resultados de maneira contínua. A constatação feita pela ABCAR em 1972 quando organizou um grupo de trabalho com a finalidade de estudar as causas da baixa resposta da agricultura aos estímulos de aumento da produtividade da política econômica, foi que no campo da agricultura não havia conhecimentos suficientes em suas instituições de pesquisa e no exterior, para dobrar a produtividade da agricultura, daí a necessidade da pesquisa e é justamente o que nos procura mostrar este livro.

FERRAZ, José Maria Gusman — *Biogás; fonte alternativa de energia*. Sete Lagoas, Embrapa/CNPMS, 1980. 27 p. 22cm. (CNPMS-Circular Técnica, 3).

Texto redigido em conseqüência das atividades do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, da EMBRAPA, no campo da energia. Para fins de pesquisa e demonstração foi montado um sistema visando um máximo de aproveitamento de produtos vegetais, geradores de combustíveis líquido e gasoso, com um mínimo de poluição ambiente. Com esse sistema o CNPMS espera estar difundindo uma tecnologia altamente benéfica para a nossa Sociedade e extremamente promissora para a nossa auto-suficiência energética. O livro descreve um biodigestor e uma microdestilaria operando de modo integrado. O digestor produzindo gás metano, alimentará a destilaria com energia calórica e elétrica, bem como outros aparelhos movidos a gás e comuns às nossas propriedades rurais.

KORT, Maurice J. — *The industrial utilisation of sugar and mill by products (a literature survey)* Durban, Sugar Milling Research Institute, 198. 252 p.

Este relatório nos traz uma relação completa de vários trabalhos publicados em jornais e revistas especializadas durante o ano de 1979. Estas referências aparecem no final dos capítulos que tratam dos produtos derivados do açúcar, aproveitamento de subprodutos para alimentação de animais, usos do açúcar refinado, desenvolvimento da indústria su-

croquímica e adoçantes naturais e sintéticos.

MONTEIRO, Gilvaldar de Campos — *Manual do operador de sulfitador*. Maceió, Planalsucar, Coord. Regional Nordeste, 1978. pag. irreg. 30cm. (Coleção Pesquisa Canavieira n. 4).

Este manual é o primeiro de uma série de Manuais de treinamento que têm em vista facilitar o aprendizado de operadores de sulfitadores no processo de fabricação do açúcar de cana. A linguagem utilizada procura identificar-se às características regionais, através de uma redação simples e clara, visando o tipo de clientela a ser atendida.

O manual do instrutor, embora redigido em metodologia diferente, foi o roteiro utilizado para elaboração deste manual. Seus conteúdos se identificam. Procurou-se aplicar, dentro do possível as técnicas de elaboração divulgadas pelo CINTEFOR, amplamente utilizadas em nosso país, pelo SENAC e SENAI. É um trabalho de grande importância para a indústria do açúcar principalmente por ser considerado, dentro de suas características, como pioneiro.

OPERADOR de sulfitador; manual do instrutor | por | Francisco José Torres, José Maria Moura de Nascimento, Gilvaldar de Campos Monteiro | e outros | Maceió, Planalsucar, Coord. Regional Nordeste, 1978. 29,5cm. (Coleção Pesquisa Canavieira n.3).

Primeiro volume destinado a Instrutores, este manual é um trabalho especializado em tecnologia açucareira nacional e faz parte da série Coleção Pesquisa Canavieira, editada pela Coordenadoria Regional Nordeste da Planalsucar. É um trabalho de pesquisa desenvolvido inteiramente por técnicos do Planalsucar, e que visa fornecer aos instrutores de treinamento o roteiro básico para a habilitação dos trabalhadores da indústria do açúcar, em programas de capacitação de mão-de-obra.

URÉIA petrofértil a força verde. Rio de Janeiro, Petrofértil; Área de Agronomia, 1979. 32 p.

Atualmente a uréia é o fertilizante nitrogenado de maior importância no mercado internacional. Por essa razão a maioria das novas fábricas de fertilizantes nitrogenados são destinados à sua produção. Este folheto nos dá uma idéia geral sobre a uréia seus vários produtos derivados, através da condensação própria, ou pela união com outras substâncias minerais ou orgânicas, vantagens da uréia fertilizante, compatibilidade da uréia com outros fertilizantes e suas ligações com o álcool.

ARTIGOS ESPECIALIZADOS

CANA-DE-AÇÚCAR

APLICAÇÃO de vinhaça à soqueira da cana-de-açúcar em três anos consecutivos. *Boletim Técnico Copersucar,* São Paulo, 12(80):2-5, jun., 1980.

ATIENZA, J. C. — La industria azucarera en las Filipinas. *Sugar y Azucar,* New York, 75(4):62-72, abril, 1980.

COLHEITADEIRA de cana da Dedini-Toft, *Sugar y Azucar do Brasil,* São Paulo, 1(3):7, set., 1979.

LEME, E. J. A. — Aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar por aspersão. *Boletim Técnico Planalsucar,* Piracicaba, 1(4):3-42, set., 1979.

LUCCHESI, Antonio A. — Efeito do ácido 2-cloroetil fosfônico e de sua mistura com uréia, na indução de perfilhamento em soqueira de cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro,* Rio de Janeiro, 95(4):54-58, abr.. 1980.

MUNDO da lavoura; Energia da cana. *A granja,* Porto Alegre, 36(390):47, jul. 1980.

PARTICIPAÇÃO do fornecedor menor apesar de melhor preço. *Sugar y Azucar do Brasil,* São Paulo, 1(3):7, set., 1979.

TERÁN, F. Oscar — Manejo integrado da broca da cana-de-açúcar nas usinas cooperadas. *Boletim Técnico Copersucar,* São Paulo (11):9-10, jan., 1980.

LIVROS À VENDA NO I.A.A.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

DIVISÃO DE INFORMAÇÕES

(Av. Presidente Vargas, 417-A - 6.º e 7.º andares — Rio)

Coleção Canavieira

1 — PRELÚDIO DA CACHAÇA — Luís da Câmara Cascudo ..... Esgotado
2 — AÇÚCAR — Gilberto Freyre ..... Esgotado
3 — CACHAÇA — Mário Souto Maior ..... Esgotado
4 — AÇÚCAR E ÁLCOOL — Hamilton Fernandes ..... Cr$ 80,00
5 — SOCIOLOGIA DO AÇÚCAR — Luís da Câmara Cascudo ..... Cr$ 100,00
6 — A DEFESA DA PRODUÇÃO AÇUCAREIRA — Leonardo Truda ..... Cr$ 100,00
7 — A CANA-DE-AÇÚCAR NA VIDA BRASILEIRA — José Condé ..... Cr$ 80,00
8 — BRASIL/AÇÚCAR ..... Cr$ 80,00
9 — ROLETES DE CANA — Hugo Paulo de Oliveira ..... Cr$ 80,00
10 — PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR (Nordeste do Brasil) — Pietro Guagliumi ..... Esgotado
11 — ESTÓRIAS DE ENGENHO — Claribalte Passos ..... Cr$ 80,00
12 — ÁLCOOL — DESTILARIAS — E. Milan Rasovsky ..... Cr$ 300,00
13 — TECNOLOGIA DO AÇÚCAR — Cunha Bayma ..... Cr$ 120,00
14 — AÇÚCAR E CAPITAL — Omer Mont'Alegre ..... Cr$ 100,00
15 — TECNOLOGIA DO AÇÚCAR (II) — Cunha Bayma ..... Cr$ 120,00
16 — A PRESENÇA DO AÇUCAR NA FORMAÇÃO BRASILEIRA — Gilberto Freyre ..... Cr$ 100,00
17 — UNIVERSO VERDE — Claribalte Passos ..... Cr$ 100,00
18 — MANUAL DE TÉCNICAS DE LABORATÓRIO E FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR DE CANA — Equipe da E.E.C.A.A. ..... Cr$ 150,00
19 — OS PRESIDENTES DO I.A.A. — Hugo Paulo de Oliveira ..... Cr$ 80,00
20 — ESTÓRIAS DE UM SENHOR-DE-ENGENHO — Claribalte Passos ..... Cr$ 100,00
21 — ECONOMIA AÇUCAREIRA DO BRASIL NO SÉCULO XIX ..... Cr$ 80,00
22 — ESTRUTURA DOS MERCADOS DE PRODUTOS PRIMÁRIOS — Omer Mont'Alegre ..... Cr$ 150,00
23 — ATRÁS DAS NUVENS, ONDE NASCE O SOL — Claribalte Passos ..... Cr$ 100,00

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS DO I.A.A.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO — Nilo Arêa Leão
R. Formosa, 367 — 21º — São Paulo — Fone: (011) 222-0611

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PERNAMBUCO — Antônio A. Souza Leão
Avenida Dantas Barreto, 324, 8º andar — Recife — Fone: (081) 224-1899

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE ALAGOAS – Marcos Rubem de Medeiros Pacheco
Rua Senador Mendonça, 148 — Edifício Valmap — Centro Alagoas — Fone: (082) 221-2022

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RIO DE JANEIRO — Ferdinando Leonardo Lauriano
Praça São Salvador, 62 — Campos — Fone: (0247) 22-3355

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MINAS GERAIS – Rinaldo Costa Lima
Av. Afonso Pena, 867 — 9º andar — Caixa Postal 16 — Belo Horizonte — Fone: (031) 201-7055

ESCRITORIOS DE REPRESENTAÇÃO

BRASÍLIA: Francisco Monteiro Filho
Edifício JK — Conjunto 701-704 (061) 224-7066

CURITIBA: Aidê Sicupira Arzua
Rua Voluntários da Pátria, 475 - 20º andar (0412) 22-8408

NATAL: José Alves Cavalcanti
Av. Duque de Caxias, 158 — Ribeira (084) 222-2796

JOÃO PESSOA. José Marcos da Silveira Farias
Rua General Ozório (083)221-4612

ARACAJU: José de Oliveira Moraes
Praça General Valadão — Gal. Hotel Palace (079) 222-6966

SALVADOR: Maria Luiza Baleeiro
Av. Estados Unidos, 340 — 10º andar (071) 242-0026

ENERGIA VERDE, UMA FONTE INESGOTÁVEL

Terminal do IAA em Recife. Aqui são embarcados açucar e melaço para o exterior e álcool para os veículos do Brasil

Sendo um país tropical, com clima e solo extremamente favoráveis à agricultura, somado à suas enormes e extensas áreas territoriais, o Brasil se transforma no panorama do tempo futuro. Futuro desconhecido aos olhos do século do petróleo, carregado de enormes problemas energéticos e grande taxa de crescimento.
A criatividade brasileira é um traço inconfundível. Um lastro por todos os cantos do globo. E esta mesma criatividade, não poderia deixar de se expressar no setor agrícola — uma de suas grandes vivências: criou o Programa Nacional do Álcool — PROÁLCOOL, baseado em energia verde, fonte inesgotável.
São mais de 400 anos trabalhados em cana-de-açúcar, desde a colônia até os dias de hoje, fazendo deste produto um dos principais sustentáculos da economia nacional.
Desde 1933, o Instituto do Açúcar e do Álcool — IAA coordena toda a agroindústria nacional, procurando dar-lhe a dimensão que merece e possui. É esta agroindústria que fará do país, aquele entre poucos com opções futuras de ação energética.
É este IAA que proporciona toda a base de pesquisa, desenvolvimento e prestação de serviços ao produtor, nas áreas do açúcar e do álcool.
Para tanto, oferece todas as condições ao seu Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar — PLANALSUCAR, para procura da melhor produtividade, através de trabalhos no melhoramento de variedades e de sistemas modernos de produção agrícola e industrial.
Veículos já circulam tendo o álcool como combustível. A produção aumenta rapidamente. Porém, teremos que acelerar ainda mais.
O governo cuida disto, e o Brasil está substituindo suas fontes tradicionais de energia. O álcool se faz no campo e será tanto melhor feito quanto maior for o entrosamento entre as classes produtoras e o governo.
A meta é produzir álcool, tecnologia 100% nacional, desde o agricultor até o equipamento mais pesado.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO
Instituto do Açúcar e do Álcool